



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Construcción
Departamento de Ingeniería Agrícola

Determinación de Parámetros Edafoclimáticos e Hidrofísicos de
los Suelos en el Centro de Desarrollo Tecnológico “Santa Rosa”
INTA

Para optar al Grado de

INGENIERO AGRÍCOLA

Elaborado por:

Br. Alexander Javier Meléndez

Br. Carlos Jonathan Medina Quintana

Tutor:

Dr. Ing. Álvaro Aguilar Velázquez

Asesor:

Ing. Raquel Izaba Ruiz

Managua, Nicaragua

Abril del 2011.



DEDICATORIA

Les dedico la realización de este trabajo Monográfico a las personas que me apoyaron y me aconsejaron en la trayectoria de mi formación como nuevo profesional y el alcance en el logro de mis metas.

A Mi Papá, Juan Pablo Meléndez, persona que me entrego todo su apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera, y ser mi mayor inspiración de culminación de mis Estudios, y un gran hombre de ejemplo a seguir.

A mi Abuelita, Rosalina Rostrán, que con su paciencia y cariño me guio a ser alguien mejor cada día, y no desistir ante los retos.

A mi Mamá, Indiana Meléndez Rostrán, mi mejor guía a lograr alcanzar el éxito profesional y la realización del alcance de mis metas.

Alexander Javier Meléndez



AGRADECIMIENTOS

A la Dirección de Investigación y Desarrollo, dirigida por el Ing. Manuel González, por ser el enlace de la realización del estudio con el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Al Ing. Álvaro Aguilar en la tutoría de la tesis, de gran importancia en la finalización del estudio

A la Ing. Raquel Izaba, por el apoyo incondicional en la realización del Trabajo Monográfico

A los Docentes de la Universidad Nacional Agraria, durante los ensayos de laboratorio proporcionaron el apoyo bibliográfico e interpretación adecuada del estudio Monográfico.

A los Trabajadores del Campo Experimental Santa Rosa, por facilitarnos los medios mecánicos en la toma de muestras y las practicas de campo.

Alexander Javier Meléndez



DEDICATORIA

A Dios, y a mi madre.

Carlos Jonathan Medina Quintana



AGRADECIMIENTO

A familiares, Docentes y amigos, quienes me brindaron de alguna y otra manera su apoyo, respaldo y entusiasmo para ser realidad esta monografía

Carlos Jonathan Medina Quintana



RESUMEN

En el presente trabajo se desarrolló mediante el Análisis de Suelos en el Centro de Desarrollo Tecnológico Santa Rosa, a través de descripciones morfológicas y ensayos de campo; de los resultados hidro – físicos se interpretaron en laboratorio de las muestras extraídas en las profundidades establecidas (0 -30, 30 – 60, 60 – 90 centímetros respectivamente), con el objetivo de determinar las principales características de estos suelos.

El área de trabajo se realizó en el CDT Santa Rosa Ubicado en la localidad Sabana Grande, municipio de Managua, contando con una extensión de la finca de 13.39 ha. En el cual se seleccionaron tres parcelas experimentales (LE -01, LE – 02, LE – 03) en condiciones naturales de estos suelos.

Se realizó un Levantamiento alti – planimétrico utilizando como instrumento de medición topográfica una Estación Total, con la finalidad de conocer la extensión del CDT Santa Rosa, ubicación de los lotes experimentales y puntos en donde se realizaron las toma de muestras y los ensayos de Infiltración.

La metodología utilizada para la Velocidad de Infiltración fue el método de doble cilindro colocándose un juego de tres Infiltrómetros en forma triangular distanciados a 20 mt entre ellos. A través de la ecuación de Kostiakov, se determinó la ecuación característica para cada Lote experimental de estos suelos.

En la descripción de suelos se utilizó la metodología recomendada por La FAO (1990), determinándose las principales características físicas. Teniendo en cuentas estas propiedades se clasificó el Orden de Suelo perteneciendo a los Inceptisoles, característicos de los suelos de Sabana Grande (Catastro Recursos Naturales, 1971). Para la determinación de la Evapotranspiración de referencia se utilizó la ecuación de la FAO Penman Monteith, a través de la plantilla de cálculo CROPWAT, que utiliza registros meteorológicos de la zona, en un rango de tiempo delimitado.



En los ensayos de laboratorio se tienen que para los suelos del CDT Santa Rosa poseen una textura *Franco a Franco Arcillo Limoso*, suelos de texturas medias predominantemente. En las propiedades Volumétricas se tienen valores de densidades aparentes clasificados de *muy bajos a medianos* y para la densidad real se obtuvo valores *medianos a altos*, de esto se deriva un valor de la porosidad definida como mediana a alta, ya que esta depende directamente de las densidades de los suelos. Estos valores son indicativos de suelos no muy alterados y característicos de regiones de formación volcánicas debidos a la presencia de cristales y escoria volcánicos.

En las propiedades hidrofísicas se obtuvieron en los ensayos valores de Capacidad de Campo, Punto de Marchitez Permanente clasificados como *medianos*, valores característicos de los suelos del orden Inseptisol como de las propiedades físicas encontradas en los suelos del CDT Santa Rosa. Para el Limite Productivo estará definido como la diferencia que existe entre la Capacidad de Campo y el Punto de Marchitez Permanente definido también como Agua Utilizable por las plantas.

Para la Velocidad de Infiltración se encontraron valores *moderadamente lentos a moderados*, determinándose su ecuación característica y estos resultados se acomodan a la clase textural Franco de los suelos del CDT Santa Rosa.

Este estudio servirá como elemento importante para la evaluación del sistema de riego existente en el CDT Santa Rosa, seguidamente para el diseño del sistema de riego a formularse en el campo experimental, ya que el riego forma un elemento importante en el proceso de creación y producción de semillas mejoradas del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA – CDT Santa Rosa).



INDICE DE CONTENIDO

	Páginas
INTRODUCCION	09
ANTECEDENTES	10
JUSTIFICACION	11
OBJETIVOS	
OBJETIVO GENERAL	12
OBJETIVOS ESPECIFICOS	13
LOCALIZACIÓN DEL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO	
SANTA ROSA	
Delimitación Geográfica	13
Ubicación de Lotes Experimentales	13
Macro – Localización	14
Micro – Localización	15
CAPITULO II	
MARCO TEORICO	
2.1.0 PROPIEDADES FISICAS DE LOS SUELO	
2.1.1 Textura	17
2.1.2 Estructura	18
2.2.0 RELACIONES VOLUMÉTRICAS	
2.2.2 Densidad Real	24
2.2.2.1 Evaluación	25
2.2.3 Densidad Aparente	25
2.2.3.1 Evaluación	26
2.2.4 Porosidad	26
2.2.4.1 Evaluación	27
2.3.0 PROPIEDADES HÍDRICAS DEL SUELO	
2.3.1 El agua en el Suelo	28
2.3.1.1 Capacidad de retención de humedad disponible	28
2.3.2 Coeficientes de Humedad del Suelo	29



	Páginas
2.3.2.1 Capacidad de Campo	29
2.3.2.1.1 Evaluación	29
2.3.2.2 Punto de Marchitez Permanente	30
2.3.2.2.1 Evaluación	30
2.3.2.3 Límite Productivo o Humedad Aprovechable	31
2.4.0 REQUERIMIENTO DE AGUA POR LOS CULTIVOS	
2.4.1 Evapotranspiración	32
2.4.4 Unidad de Medida	32
2.4.5.5 Ecuación FAO Penman – Monteith	33
2.4.5.6 Datos Meteorológicos	34
2.4.5.7 Procedimiento de cálculo	34
2.5.0 VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN	
2.5.1 Introducción	35
2.5.2 Función de la Infiltración	35
2.5.3 Pruebas de Infiltración	36
2.5.3.1 Infiltrómetros de Doble Anillo	36
2.5.3.2 Evaluación	36
2.6.0 DESCRIPCIÓN FISIOGRÁFICA DEL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLOGICO SANTA ROSA	
2.6.1 Geología General	37
2.7.0 CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
2.7.1 Según el Orden	38
2.7.2 Serie Sabana Grande	39

CAPITULO III METODOLOGÍA

3.1 MUESTREO ALEATORIO	41
3.2 ASPECTOS ESPECÍFICOS DE LOS LOTES CDT SANTA ROSA	41
3.3.0 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	
3.3.1 Método de Radiación	42



	Páginas
3.3.2 Desarrollo de Campo	42
3.3.3 Procedimiento de Campo	43
3.4 DESCRIPCION DE CALICATAS	44
3.5.0 ANALISIS DE SUELOS	46
3.5.1 TEXTURA	
3.5.1.1 Método de la Pipeta de Robinson	46
3.5.2 DENSIDAD REAL	
3.5.2.1 Método del Picnómetro	48
3.5.2.2 Instrumentos	48
3.5.3 DENSIDAD APARENTE	
3.5.3.1 Método del Cilindro	49
3.5.3.2 Equipos	49
3.5.4 CAPACIDAD DE CAMPO	
3.5.4.1 Olla Extractora	49
3.5.4.2 Equipos	50
3.5.5 PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE	
3.5.5.1 Olla extractora	51
3.5.5.2 Equipos	51
3.6.0 VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN	
3.6.1.1 Instrumentos	52
3.5.1.2 Procedimientos	52
3.7.0 EVAPOTRANSPIRACIÓN	
3.7.1 Ingreso de Datos	53
3.7.2 Datos Meteorológicos	54
3.7.2.1 Temperatura del aire	54
3.7.2.2 Humedad del aire	54
3.7.2.3 Velocidad del Viento	54
3.7.2.4 Radiación	55
3.7.3 Conversión de la Velocidad del Viento	55



CAPITULO IV

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1.0 Resultados obtenidos de la Textura de los suelos del CDT Santa Rosa	58
4.2.0 Resultados obtenidos de la Densidad Aparente de los suelos del CDT Santa Rosa	60
4.3.0 Resultados obtenidos de la Densidad Real de los suelos del CDT Santa Rosa	63
4.4.0 Resultados obtenidos de la Porosidad de los suelos del CDT Santa Rosa	65
4.5.0 Resultados Obtenidos de la Capacidad de Campo	67
4.6.0 Resultados Obtenidos en el Punto de Marchitez	68
4.7.0 Resultados obtenidos para el Límite Productivo	69
4.8.0 Resultados obtenidos para la Evapotranspiración	
4.8.1.1 Evapotranspiración de referencia mensual	70
4.8.2.1 Evapotranspiración de referencia anual	70
4.9.0 Descripciones morfológicas de los perfiles del CDT Santa Rosa	73
4.10.0 Resultados obtenidos de la Velocidad de Infiltración de los suelos CDT Santa Rosa	79

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.0 CONCLUSIONES	81
5.2.0 RECOMENDACIONES	83



INDICE DE ANEXOS

ANEXOS 1 ANÁLISIS DE LABORATORIO MUESTRAS DE SUELOS DEL CDT SANTA ROSA

ANEXOS 2 GRÁFICOS

- Anexos 2.1 – Textura de los suelos del CDT Santa Rosa.
- Anexos 2.2 – Propiedades Volumétricas de los suelos del CDT Santa Rosa.
- Anexos 2.3 – Coeficientes del Agua en los suelos del CDT Santa Rosa.
- Anexos 2.4 – Infiltraciones de Campo, Corregida & Básica de los suelos del CDT Santa Rosa.
- Anexos 2.5 – Evapotranspiraciones Mensual & Anual.

ANEXOS 3 TABLAS DE INFILTRACIÓN CAMPO Y CORREGIDAS.

- Anexos 3.1 – Tablas de Infiltración de Campo.
- Anexos 3.2 – Tablas de las Infiltraciones de Campo Corregidas.

ANEXOS 4 RESUMEN METEOROLÓGICO ANUAL AEROPUERTO INTERNACIONAL MANAGUA 1958 – 2007

ANEXOS 5 MAPAS

ANEXOS 6 FOTOS



CAPITULO I

GENERALIDADES



1.1.0 INTRODUCCION

Para la utilización adecuada del agua, es necesario conocer las características físicas e hídricas del suelo, sus valores o porcentajes delimitaran rangos conocidos por estándares internacionales que permitirá encontrar la utilización adecuada del recurso suelo sin agotar o alterar sus rasgos característicos de la zona que le rodea e indicara que tratamiento se le debe dar al mismo.

El Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) se ha propuesto rehabilitar los Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT) en los cuales se desarrolla la investigación de nuevas tecnologías para diversos cultivos, así como para la multiplicación de semillas. De manera que se vienen estableciendo sistemas de riego que permitan suplir estas necesidades en tiempo y forma.

De los nueve Centros de Desarrollos Tecnológicos existentes a nivel nacional solamente cinco cuentan con sistemas de riego y dos de ellos están provistos de riego un 90% de su potencial de riego, todos estos sistemas generalmente son riego por aspersión y localizados, instalados de acuerdo al sistema productivo del CDT de la zona. (M. Estrada, 2009)

Actualmente, en el Campo Experimental Santa Rosa, la aplicación del riego es aplicado en base a experiencias de las personas que efectúan el mantenimiento del Campo Experimental dentro del marco agronómico sin considerar aspectos técnicos – económicos de riego, donde se provocan grandes pérdidas de agua.

Por lo antes mencionado, es necesario realizar estudios hidro – físicos del suelo en el Centro de Desarrollo Tecnológico Santa Rosa, con la necesidad de obtener datos de las características hidro – físicas y sus parámetros Edafoclimáticos del suelo que nos permitan elaborar diseños de sistemas de riego adecuados con la finalidad de realizar una explotación optima de los recursos suelo – agua, en donde al aplicar la lamina de riego, sea la idónea para los cultivos de la zona.



1.2.0 ANTECEDENTES

El Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (1990), realizó un trabajo en la finca “Las Mercedes”, ubicada en Sabana Grande, el cual consistió realizar un levantamiento de suelos a nivel muy detallado (escala 1:5,000), con la finalidad de conocer las principales propiedades de sus suelos. En este estudio, el patrón de distribución de los suelos y la delimitación de sus linderos se realizó mediante un muestreo sistemático, además se realizó la descripción de perfiles y toma de muestras en calicatas, para su posterior análisis en el laboratorio. También se hicieron pruebas de Permeabilidad e Infiltración Básica.

Como resultado obtuvieron ocho sub-unidades de suelos, tomando en cuenta un área relativamente pequeña. Estas subunidades fueron diferenciadas atendiendo sus características físicas (Profundidad, secuencia textural, drenaje) y limitaciones (capas endurecidas, inundaciones, alcalinidad); fueron representadas en un mapa de suelos.

En el año 2008, Egresados de la carrera de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) realizaron un estudio en el Ingenio Monte Rosa situado en el departamento de Chinandega, donde determinaron las principales características hidro – físicas del suelo de las fincas pertenecientes al Ingenio. En el estudio determinaron la Capacidad de Campo en tres fincas, en lotes representativos dentro de las mismas por el método Gravimétrico, obteniendo tres órdenes de suelos (Inceptisol, Vertisol, Entisol) con valores de CC entre 24 – 65%. Realizaron pruebas de Infiltración por el método de los Cilindros de doble anillos. Calcularon las ecuaciones características de Infiltración, Infiltración Básica y Acumulada de esos suelos.

Lo anterior hace constar que ya se han venido realizando estudios de Suelos con diferentes áreas de interés. Estos estudios serán objeto de futuras investigaciones orientadas a facilitar datos que puedan brindar un mejor manejo, uso, explotación y conservación del recurso suelo.



1.3.0 JUSTIFICACION

En el Centro de Desarrollo Tecnológico “Santa Rosa”, el único sistema de riego que se ha implementado desde su fundación en la década de los 70 es el Superficial, donde el canal revestido existente está completamente obsoleto y los demás canales de distribución están sin revestimiento y no poseen un diseño definido, dado a que su manejo se realiza de manera empírica en base a experiencias de ciclos agrícolas anteriores.

Es por ello, se hace necesario determinar los parámetros Edafoclimáticos e Hidrofísicos de los suelos en el Centro de Desarrollo Tecnológico “Santa Rosa” del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), con la finalidad de establecer y servir la información básica para diseñar sistemas de Riego de manera que estos sean confiables y adecuados al área



1.4.0 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar los Parámetros Edafoclimáticos e Hidrofísicos de los suelos en el Centro de Desarrollo Tecnológico “Santa Rosa” del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA).

1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer las Características Edáficas del Suelo, Textura, Estructura, Densidad Aparente, Densidad Real y Porosidad.
- Cuantificar las Propiedades Hidrofísicas del Suelo, Capacidad de Campo (CC), Punto de Marchitez Permanente (PMP), Limite Productivo (LP) y Velocidad de Infiltración (VI).
- Calcular la Evapotranspiración Potencial por el método FAO PENMAN – MONTIETH en base a datos meteorológicos históricos.



1.5.0 LOCALIZACIÓN DEL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO SANTA ROSA

El Campo Experimental Santa Rosa se encuentra ubicado en el Barrio “La Vuelta de Sabana Grande” perteneciente al Municipio de Managua, Departamento de Managua cuenta con una extensión de 13.39 ha.

1.5.1 Delimitación Geográfica

El Campo Experimental Santa Rosa está ubicado en las coordenadas geográficas 12°07' 55.42" latitud Norte y 86° 10' 38.03" latitud Oeste.

Norte : Aeropuerto Internacional “Augusto César Sandino”

Este : Sabana Grande Norte

Sur : Sabana Grande

Oeste : Barrio “31 de Diciembre”

1.5.2 Ubicación de Lotes Experimentales

Se seleccionaron de las parcelas productivas existentes, lotes experimentales representativos en donde se llevo a cabo el levantamiento de campo de manera de no alterar sus características naturales.

TABLA 1.0 – Localización de Lotes Experimentales.

Código	Área (ha.)	Latitud Norte	Latitud Sur	Elevación (msnm.)
LE 01	0.48	12° 7' 57.08"	86° 10' 40.11"	56
LE 02	0.82	12° 7' 58.35"	86° 10' 36.50"	56
LE 03	0.32	12° 7' 58.35"	86° 10' 35.32"	56

FUENTE. – Propia.



1.5.3 MACROLOCALIZACIÓN

FIGURA 1.0 – Macro localización CDT Santa Rosa.

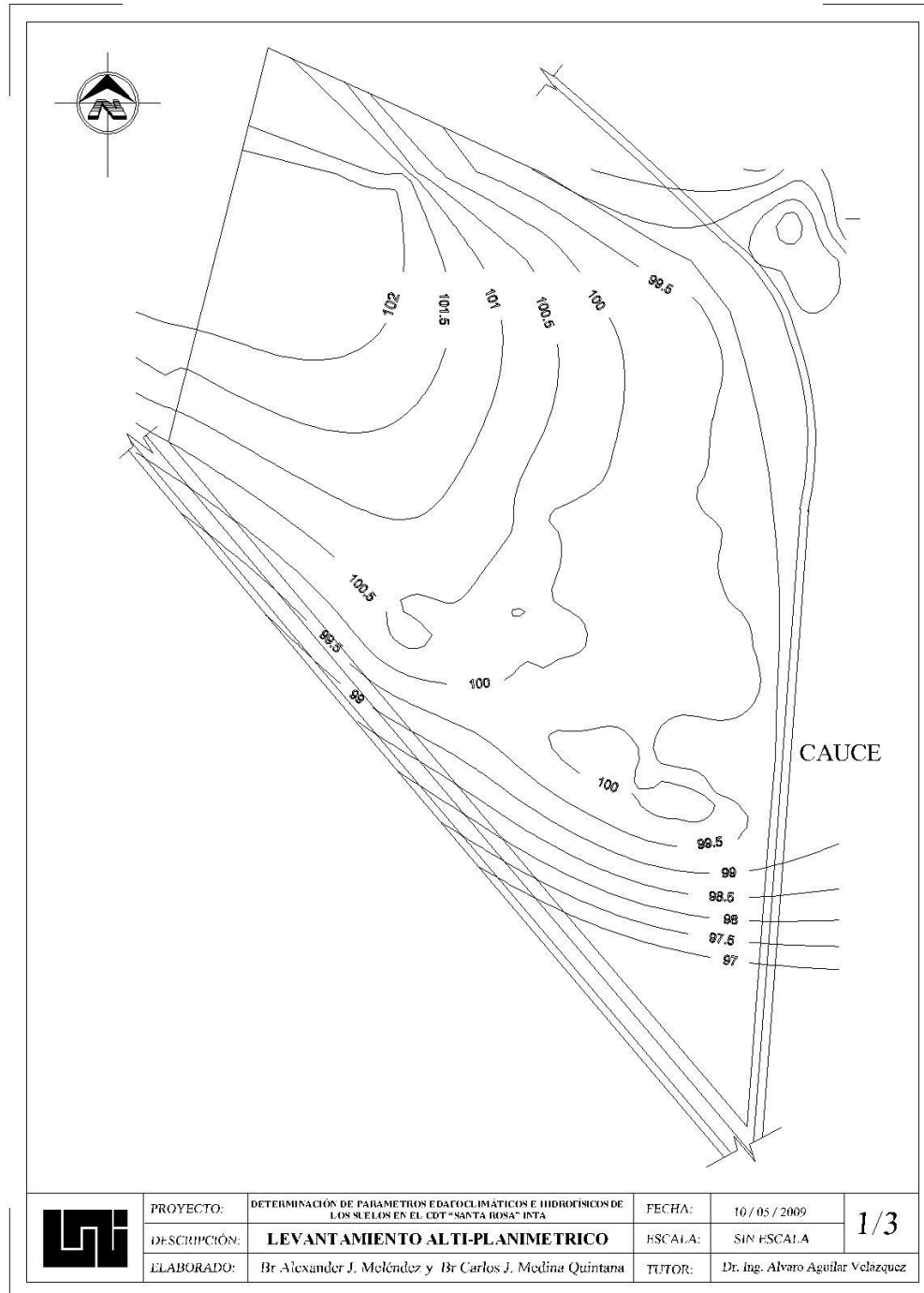


FUENTE. – <http://www.google.com.ni> – mapas Managua.



1.5.4 MICROLOCALIZACIÓN

FIGURA 2.0 – Micro localización CDT Santa Rosa.



FUENTE. – Propia



CAPITULO II

MARCO TEORICO



2.1.0 PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELO

El suelo al ser un cuerpo heterogéneo, parte de un ecosistema, su estudio debe iniciarse en el campo con la observación detallada y minuciosa tanto del suelo en su conjunto, como del medio en el que se halla. Desde el punto de vista descriptivo debe seleccionarse y estudiarse suelos representativos en cada una de las unidades de acuerdo a la escala del trabajo.

Las propiedades físicas de los suelos son todas aquellas relacionadas al conjunto estructural de un suelo, y que tienen que ver con la capacidad que tiene para su uso. La Capacidad de Retención de Humedad, la Textura, Estructura, exploración radicular, las relaciones volumétricas; todos estos aspectos se encuentran íntimamente interconectados con las condiciones físicas del suelo. Por ello es necesario conocer hasta que punto y porque medios pueden ser alteradas estas propiedades.

2.1.1 TEXTURA

Es una expresión cualitativa y cuantitativa de las partículas. Cualitativas ya que se refiere al comportamiento que resulta del tamaño y de la naturaleza de los constituyentes del suelo, y cuantitativo, por ser una expresión porcentual. Se refiere a la proporción relativa en peso de los diferentes tamaños de partículas existentes en el, expresada como porcentaje de la fracción mineral.

El estudio de las partículas llevada a un enfoque generalizado consiste en la determinación de la granulometría de la fracción mineral, en donde se expresa las proporciones relativas de la distintas partículas minerales inferiores a 2 mm, agrupadas por clases de tamaños, en fracciones granulométricas, tras la destrucción de los agregados.



2.1.1.1 Granulometría

Para separar las distintas fracciones granulométricas, arcillas, limo y arena se hace necesario establecer previamente los límites entre cada una de ellas. Los criterios son arbitrarios y dependerán de los objetivos perseguidos, de ahí se haya propuestas y diversidad de valores numéricos. Los más comunes son los propuestos por Atterberg, adoptados por la International Society of Soil Science (ISSS) en 1927 y los del United States Department of Agriculture (USDA).

2.1.1.2 Naturaleza física y mineralógica de las partículas

- Arenas:** Fragmentos de rocas con minerales. En arenas finas predominan partículas individuales de minerales primarios y en arenas gruesas fragmentos de rocas.
- Limos:** Minerales o fragmentos de rocas, dominando en la fracción fina los minerales primarios individuales y eventualmente minerales secundarios del tipo arcilla de tamaño grueso, como la caolinita.
- Arcillas:** Minerales secundarios arcillosos del tipo cristalinos, con una estructura compleja en capas en el caso de las arcillas cristalinas; arcillas de bajo grado de cristalinidad, como el alofán y la imogolita, y las llamadas arcillas hidróxidos u óxidos de Fe y Al.



TABLA 2.0 – Fracciones de granulometría establecidas.

Fracciones		
Denominación	Denominación	Diámetros Aparentes μm
USDA	Arena muy gruesa USDA	$1000 < \emptyset < 2000$
	Arena gruesa USDA	$500 < \emptyset < 1000$
	Arena media USDA	$250 < \emptyset < 500$
	Arena fina USDA	$100 < \emptyset < 250$
	Arena muy fina USDA	$50 < \emptyset < 100$
	Limo USDA	$2 < \emptyset < 50$
	Arcilla USDA	$\emptyset < 2$
Internacional	Arena gruesa ISSS	$200 < \emptyset < 2000$
	Arena fina ISSS	$20 < \emptyset < 200$
	Limo ISSS	$2 < \emptyset < 20$
	Arcilla ISSS	$\emptyset < 2$
Europea	Arena gruesa EU	$600 < \emptyset < 2000$
	Arena media EU	$200 < \emptyset < 600$
	Arena fina EU	$60 < \emptyset < 200$
	Limo grueso	$20 < \emptyset < 60$
	Limo medio	$6 < \emptyset < 20$
	Limo fino	$2 < \emptyset < 6$
	Arcilla gruesa	$6 < \emptyset < 2$
	Arcilla media	$0,2 < \emptyset < 0,6$
	Arcilla fina	$\emptyset < 0,2$

FUENTE. – EDAFOLOGIA para la agricultura y el medio ambiente.

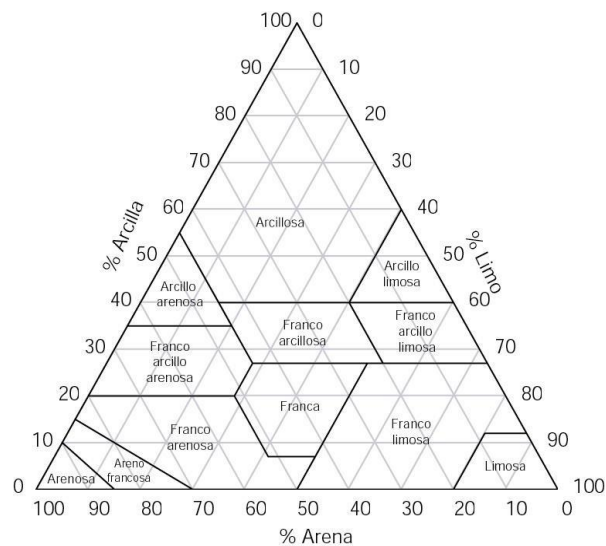


2.1.1.3 Clases Texturales

Las combinaciones posibles en los porcentajes de arcilla, limo y arena, pueden agruparse en unas pocas clases de tamaños de partículas o clases texturales. Estos términos específicos proporcionan una idea de síntesis y facilitan la utilización de la información.

Al establecer cada clase se ha buscado agrupar aquellos suelos con análogo comportamiento frente al agua y al comportamiento de las plantas, fijando los límites entre clases para dejar tales diferencias. El nombre de una clase textural tiene su origen en la experiencia adquirida a lo largo de años de estudios de una determinada área geográfica, lo que finalmente ha llevado a normalizar su uso.

FIGURA 3.0 – Triángulo de textura según clasificación USDA.



FUENTE. – <http://www.usda.gov>



2.1.2 ESTRUCTURA

La estructura es la forma en que las partículas del suelo se reúnen para formar agregados. De acuerdo a esta característica se distinguen suelos de estructura esferoidal ó redondeados, laminar, prismática, blocosa y granular.

2.1.2.1 Grados de estructura del suelo

El grado de estructura es la intensidad de agregación y expresa la diferencia entre la cohesión dentro de los agregados y la adhesividad entre ellos. Debido a que estas propiedades varían según el contenido de humedad del suelo, el grado de estructura debe determinarse cuando el suelo no esté exageradamente húmedo o seco. Existen cuatro grados fundamentales de estructura que se califican entre 0 y 3.


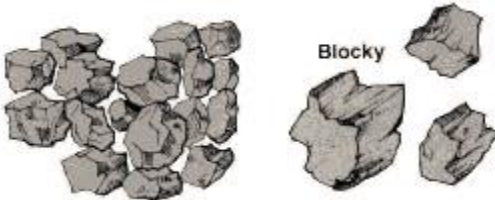
2.1.2.2 Clases y tipos de estructura del suelo

La clase de estructura describe el tamaño medio de los agregados individuales. En relación con el tipo de estructura de suelo de donde proceden los agregados, se pueden reconocer, en general, cinco clases distintas que son las siguientes:

- Muy fina o muy delgada
- Gruesa o espesa
- Fina o delgada
- Muy gruesa ó muy espesa.
- Mediana



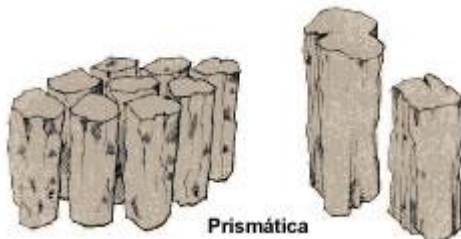
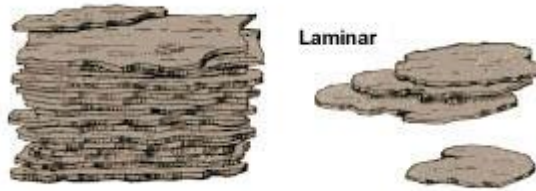
TABLA 3.1 – Forma de los Agregados Individuales.

Estructuras granulares y migajosas	
<p>Son partículas individuales de arena, limo y arcilla agrupadas en granos pequeños casi esféricos.</p> <p>El agua circula muy fácilmente a través de esos suelos. Por lo general, se encuentran en el horizonte A de los perfiles de suelos.</p>	
Estructuras en bloques o bloques sub – angulares	
<p>Son partículas de suelo que se agrupan en bloques casi cuadrados o angulares con los bordes más o menos pronunciados.</p> <p>Los bloques relativamente grandes indican que el suelo resiste la penetración y el movimiento del agua. Suelen encontrarse en el horizonte B cuando hay acumulación de arcilla.</p>	

FUENTE. – ftp://ftp.fao.org/FI/CDrom/FAO_Training.htm



TABLA 3.2 – Forma de los Agregados Individuales.

Estructuras Prismáticas y Columnares	
<p>Son partículas de suelo que han formado columnas o pilares verticales separados por fisuras verticales diminutas, pero definidas.</p> <p>El agua circula con mayor dificultad y el drenaje es deficiente. Normalmente se encuentran en el horizonte B cuando hay acumulación de arcilla.</p>	
Estructura Laminar	
<p>Se compone de partículas de suelo agregadas en láminas o capas finas que se acumulan horizontalmente una sobre otra. A menudo las láminas se traslapan, lo que dificulta notablemente la circulación del agua.</p> <p>Esta estructura se encuentra casi siempre en los suelos boscosos, en parte del horizonte A y en los suelos formados por capas de arcilla.</p>	

FUENTE. – ftp://ftp.fao.org/FI/CDrom/FAO_Training.htm



2.2.0 RELACIONES VOLUMÉTRICAS

2.2.1 Fases del suelo y sus relaciones volumétricas

En el estudio del suelo puede distinguirse tres fases constituyentes: la sólida, la líquida, y la gaseosa. La fase sólida está constituida por los minerales del suelo (arcilla, limo, arena); la líquida por el agua libre, aunque en los suelos puede existir otros líquidos de menor significación; la fase gaseosa comprende sobre todo el aire, aunque bien pueden estar presentes otros gases.

En los laboratorios de Suelos pueden determinarse fácilmente el peso de las muestras húmedas, el peso de las muestras secadas al horno, y el peso específico relativo de los suelos, cuyo calculo es necesario; las cuales deben ser precisas con el fin de medir algunas magnitudes en términos de estas (Densidad aparente, Densidad real, Porosidad, etc.), estas relaciones deben de considerarse importantes para la aplicación de la teoría e indispensables en su dominio.

2.2.2 DENSIDAD REAL

Corresponde al valor promedio obtenido de un horizonte del peso de la unidad de volumen de los sólidos del suelo, se refiere al peso retenido de las partículas minerales constituyentes más comunes y poca materia orgánica, dado a que no es afectado por la estructura permanecerá constante a lo largo del tiempo, se de esta forma se puede decir lo sig.:

$$\rho_r = Ms/Vs \quad \text{Ecuación 1.0}$$

Donde:

ρ_r : Densidad Real [gr/cm³]

Ms : Masa de los Sólidos

Vs : Volumen de los Sólidos



2.2.2.1 Evaluación

TABLA 4.0 – Densidad Real.

gr/cm ³	Criterio
< 2.40	Bajo
2.40 – 2.60	Mediano
2.60 – 2.80	Alto
> 2.80	Muy Alto

FUENTE. – Laboratorio de Suelos y Aguas, UNA.

2.2.3 DENSIDAD APARENTE

La densidad aparente se define como la masa por unidad de volumen de suelo inalterado, en condiciones naturales. Es muy variable en los suelos y tiene relación con el manejo y los cambios físicos en él, como compactación; en este sentido afecta la estructura, la circulación del agua, del aire y el enraizamiento. Por tanto es afectada directamente por la estructura y deberá tener los mismos factores de control, partiendo de esto se escribe lo siguiente:

$$\rho_a = M_s/V_T \quad \text{Ecuación 2.0}$$

Donde:

ρ_a : Densidad Aparente [gr/cm³]

M_s : Masa de los Sólidos

V_T : Volumen Total del Cilindro

El aumento de la densidad aparente se traduce en compactación de los suelos y resistencia mecánica al enraizamiento.



2.2.3.1 Evaluación

TABLA 5.0 – Densidad Aparente.

gr/cm ³	Criterio
< 1.00	Muy Bajo
1.00 – 1.20	Bajo
1.20 – 1.45	Mediana
1.45 – 1.60	Alta
> 1.60	Muy Alta

FUENTE. – Laboratorio de Suelos y Aguas, UNA.

2.2.4 POROSIDAD

Es la relación de volumen de vacíos ya sea en la fase líquida ó gaseosa en relación al volumen total, esto incluye a los poros y otros tipos de huecos, se puede calcular partiendo de los valores de la densidad real (ρ_r) y densidad aparente (ρ_a). Para ello se tiene lo siguiente:

$$\varepsilon_T = \frac{V_T - V_S}{V_T} = 1 - \frac{\rho_a}{\rho_r} \quad \text{Ecuación 3.0}$$

Donde

ε_T : Porosidad [%]

e : Relación de huecos o vacíos

La eficiencia con que el suelo transfiere el agua en el suelo dependerá de la geometría y la interconexión entre los macros y micro-poros, dando lugar a dos escalas de tiempo del movimiento del agua en el suelo: Una escala asociada a la escala rápida de macro-poros, y una escala de transporte lento de micro-poros.



Por tanto, en un suelo húmedo y bien drenado a los espacios porosos grandes se les encuentra llenos de aire, llamándoseles poros de aireación o macro-poros; entre más pequeños son los poros tienden a estar llenos de agua y son llamados poros capilares o micro – poros.

2.2.4.1 EVALUACION

TABLA 6.0 – Porosidad.

%	Criterio
> 65	Muy Alta
55 – 65	Alta
45 – 55	Mediana
40 – 45	Baja
< 40	Muy Baja

FUENTE. – Laboratorio de Suelos y Aguas, UNA.



2.3.0 PROPIEDADES HÍDRICAS DEL SUELO

2.3.1 El agua en el Suelo

El agua es una de las sustancias más abundantes que tiene la tierra, y necesaria para la existencia de cualquier forma de vida. El agua del suelo como parte del ciclo hidrológico se puede considerar como principal fuente de agua para los cultivos, por lo tanto es un componente integral. El suelo funciona como instrumento de almacenaje y a la vez cede el agua paulatinamente a la medida que es requerida.

Los procesos fisiológicos de la producción vegetal dependen en gran medida de la fotosíntesis y la evapotranspiración de los cultivos permitiendo la producción de biomasa necesaria en los cultivos. Por consiguiente es necesario mantener la turgencia de la planta durante el día y permitiendo que el agua disuelva y transporte los elementos nutritivos, sales solubles a través de las raíces de las mismas.

El comportamiento físico será manejado por su contenido de humedad que influirá en todas sus propiedades hidrofísicas tales como la capacidad de retención de humedad, consistencia, penetrabilidad, temperatura.

El correcto manejo del agua en la agricultura mediante un estudio de suelo reflejará los aspectos de interés, donde el agua retenida por una energía variable será el elemento de transferencia en el complejo suelo – planta – atmósfera.

2.3.1.1 Capacidad de retención de humedad disponible

Es un concepto útil en las aplicaciones de diseño de sistemas de riego dado a que se considera que tanto puede retener el suelo que le sea aprovechable para los cultivos. Se basa en una clasificación biológica del agua del suelo que se considera disponible para las plantas retenidas entre dos situaciones



denominadas Capacidad de Campo y el Punto de Marchitez Permanente que fueron introducidas por Briggs.

Por lo tanto, el agua que ingresa en el perfil del suelo quedará retenida contra el efecto de la gravedad en un porcentaje que dependerá de las características físicas del suelo, tales como la textura, estructura, porosidad. Esta capacidad de retención es una propiedad inherente de cada suelo y a medida que este pierde humedad el agua es retenida con mayor fuerza por la matriz del suelo haciéndose menos disponible para las plantas.

2.3.2 COEFICIENTES DE HUMEDAD DEL SUELO

2.3.2.1 CAPACIDAD DE CAMPO

Es el contenido de Agua en el Suelo una vez que ha drenado en el perfil, aproximadamente 24 a 48 horas después de un riego o una lluvia abundante, después de transcurrido este tiempo empieza un drenaje lento. Solo una parte de los poros están llenos de agua (micro – poros), y la mayor parte de la macro – porosidad se encuentra ocupada por aire. Esta situación se asocia a una tensión de humedad en el suelo a 0.3 atmosfera. Desde el punto biológico es óptima, ya que es nivel de máxima disponibilidad de agua para las plantas, con aire presente.

2.3.2.1.1 Evaluación

TABLA 7.0 – Capacidad de Campo.

%	Criterio
< 20	Baja
20 – 40	Mediana
40 – 55	Alta
> 55	Muy Alta

FUENTE. – Laboratorio de Suelos y Aguas, UNA.



2.3.2.2 PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE

Contenido de agua en el suelo en el cual una planta es incapaz de extraer el agua y se marchita sin poder recuperarse al restablecer el contenido de humedad, lo que implica la muerte fisiológica de la planta. El agua esta retenida en delgadas películas y con mucha fuerza alrededor de las partículas del suelo, asociándose a una tensión de humedad de 15 atmósferas. Desde el punto biológico, esta humedad no es disponible para las plantas. El contenido de agua entre CC y PMP es considerada aprovechable por las plantas. Sin embargo, a medida que aumenta la tensión, a partir de 0.3 atmósfera aumenta la energía requerida para extraer el agua y disminuye la destinada a la producción de materia seca.

2.3.2.2.1 Evaluación

TABLA 8.0 – Punto de Marchitez Permanente.

%	Criterio
< 9.20	Baja
9.20 – 24.50	Mediana
24.40 – 45.80	Alta
> 45.80	Muy Alta

FUENTE. – Laboratorio de Suelos y Aguas, UNA.



2.3.2.3 LÍMITE PRODUCTIVO O HUMEDAD APROVECHABLE

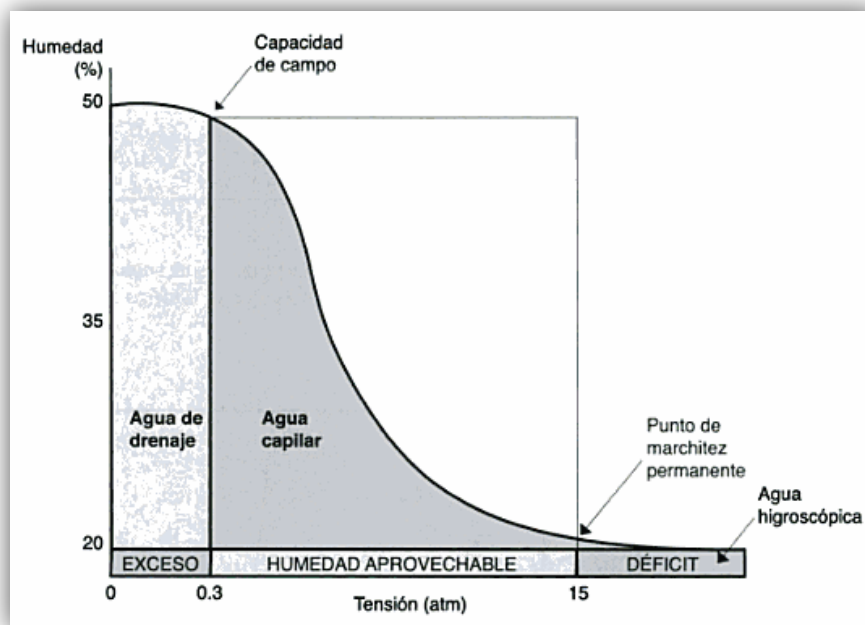
Es la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo, determinada por la Capacidad de Campo y el Punto de Marchitez Permanente, es conocida como Agua Disponible, se expresa como porcentaje de peso de suelo seco

$$AGUA\ DISPONIBLE = CC - PMP ; [\%]$$

Ecuación 4.0

Este parámetro se puede determinar para cada cultivo ya que la repuesta al agua es diferente para cada uno. El agua disponible no es completamente aprovechable por las plantas, a medida que disminuye el contenido de humedad por efecto de la evapotranspiración es mayor el esfuerzo que tienen que ejercer las raíces de las plantas.

FIGURA 4.0 – Formas del agua en el suelo y sus coeficientes hídricos.



FUENTE. – Riego y Drenaje. 1998



2.4.0 REQUERIMIENTO DE AGUA POR LOS CULTIVOS

2.4.1 Evapotranspiración

La utilización del agua, para su consumo por las plantas conlleva problemas de abastecimiento, tanto superficial como subterráneo, así como del uso y rentabilidad de los sistemas de riego.

La evapotranspiración de un cultivo o la pérdida combinada resultante de los procesos de evaporación del agua del suelo y la transpiración de las plantas, tiene especial importancia, ya que es la base de cálculo de los principales parámetros del régimen de riego de un cultivo ó de un grupo de cultivos.

La magnitud de evapotranspiración de un cultivo depende de la influencia de factores como: la temperatura y humedad del aire, del régimen de los vientos, de la intensidad luminosa, del desarrollo de las plantas, la humedad del suelo, etc.

Por tanto, la evapotranspiración es conocida como la combinación de dos procesos separados por donde el agua se pierde en una superficie de suelo por evaporación y mediante la transpiración de los cultivos.

2.4.4 Unidad de Medida

La evapotranspiración se expresa normalmente en milímetros (mm) por unidad de tiempo. Esta unidad expresa la cantidad de agua perdida de una superficie cultivada en unidades de altura de agua.

Como una hectárea tiene una superficie de $10,000 \text{ m}^2$ y 1 milímetro es igual a 0,001 m, una pérdida de 1 mm de agua corresponde a una pérdida de 10 m³ de agua por hectárea. Es decir 1 mm día^{-1} es equivalente $10 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$.



2.4.5.5 Ecuación FAO PENMAN-MONTEITH

Un panel de expertos e investigadores en riego fue organizado por la FAO en mayo de 1990, en colaboración con la Comisión Internacional para el Riego y Drenaje y con la Organización Meteorológica Mundial, con el fin de revisar las metodologías previamente propuestas por la FAO para el cálculo de los requerimientos de agua de los cultivos y para elaborar recomendaciones sobre la revisión y la actualización de procedimientos a este.

El panel de expertos recomendó la adopción del método combinado de Penman – Monteith como nuevo método estandarizado para el cálculo de la evapotranspiración de la referencia y aconsejó sobre los procedimientos para el cálculo de los varios parámetros que la fórmula incluye. El método FAO Penman-Monteith fue desarrollado haciendo uso de la definición del cultivo de referencia como un cultivo hipotético con una altura asumida de 0,12 m, con una resistencia superficial de 70 s m^{-1} y un albedo de 0,23 y que representa a la evapotranspiración de una superficie extensa de pasto verde de altura uniforme, creciendo activamente y adecuadamente regado. El método reduce las imprecisiones del método anterior de FAO Penman y produce globalmente valores más consistentes con datos reales de uso de agua de diversos cultivos.

$$ET_o = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2)} ; [mm.] \quad \text{Ecuación 5.0}$$

Donde

- ET_o** : Evapotranspiración de referencia (mm día^{-1}).
R_n : Radiación neta en la superficie del cultivo ($\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$).
R_a : Radiación extraterrestre (mm día^{-1}).
G : Flujo del calor de suelo ($\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$).
T : Temperatura media del aire a 2 m de altura ($^{\circ}\text{C}$).
u₂ : Velocidad del viento a 2 m de altura (m s^{-1}).
e_s : Presión de vapor de saturación (kPa).



- e_a : Presión real de vapor (kPa).
 Δ : Pendiente de la curva de presión de vapor (kPa °C⁻¹).
 γ : Constante psicométrica (kPa °C⁻¹).

2.4.5.6 Datos meteorológicos

Para llevar adelante cálculos diarios, semanales, de diez días o mensuales de ETo, además de la localización del sitio, la ecuación FAO Penman – Monteith requiere datos de temperatura del aire, humedad atmosférica, radiación y velocidad del viento. Es importante verificar las unidades en las cuales se encuentran los datos climáticos.

2.4.5.7 Procedimientos de cálculo

Los procedimientos de cálculo de todos los datos requeridos para el cálculo de la ETo por medio de la ecuación FAO Penman – Monteith pueden ser ejecutada en el programa CROPWAT v8.0, creado por la División de Desarrollo de Suelos y Aguas de la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO), desarrollado para la programación de riego.



2.5.0 VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN

2.5.1 Introducción

La infiltración como parte del ciclo hidrológico, es un proceso de ingreso generalmente vertical de agua sobre la superficie del suelo, con esto constituye la primera etapa del movimiento del agua en el suelo. Al iniciarse la entrada del agua en el suelo, ya sea por lluvia o riego, será bajo condiciones no saturadas principalmente influenciado por el potencial matricial, y menor grado la gravedad y su interés puede tener efecto en proyectos de riego y en estudios medioambientales.

2.5.2 Función de la infiltración

La velocidad de infiltración o intensidad de entrada, se puede definir como la velocidad de penetración del agua en el perfil del suelo, cuando la superficie del terreno está cubierta por una capa de agua poco profunda.

La infiltración tiene dimensión de velocidad ($L T^{-1}$), como la lámina de agua (L) admitida por el suelo en una unidad de tiempo (T) o como la cantidad de agua absorbida por la unidad de superficie del terreno en la unidad de tiempo ($L^3 T^{-1} L^{-2}$), respectivamente. Si las mismas unidades se usan en ambos casos, las expresiones son dimensionalmente equivalentes ($L T^{-1}$). En la primera forma la expresión común de velocidad de entrada es $cm h^{-1}$ o $cm min^{-1}$. En la segunda forma, generalmente se expresa como $m^3 min^{-1} m^{-2}$. Es común, por varios autores, señalar que la infiltración obedece a un fenómeno de movimiento vertical del agua en el perfil de suelo; se ha eliminado aquella que es tanto o más importante, cual es el movimiento horizontal que define el espaciamiento de los surcos desde la línea de plantación.



2.5.3 PRUEBAS DE INFILTRACIÓN

2.5.3.1 Infiltrómetros de Doble Anillo

Es uno de los métodos más clásicos y usuales, si bien consume mucha agua en suelos permeables y mucho tiempo en suelos pocos permeables. Consiste en dos cilindros concéntricos, uno exterior de guarda de 45 cm de diámetro, y uno de medida de unos 30 centímetros de diámetro; ambos de 45 cm de altura con el borde inferior biselado. Se clavan en el suelo, procurando no alterar la superficie del suelo.

2.5.3.2 Evaluación

TABLA 9.0 – Velocidad de Infiltración.

Infiltración <i>mm/hr</i>	Interpretación
< 1	Adecuado para cultivo de Arroz. Con el fangueo se debe conseguir una capa impermeable con una infiltración menor a 0.2 mm h^{-1}
1 a 5	Lenta. Riesgo de erosión importante. Se pierde una parte considerable del agua de riego. Puede haber falta de aireación para las raíces en condiciones de exceso de humedad.
5 a 20	Moderadamente Lenta. Optima para riego de superficie.
20 a 60	Moderada. Adecuada para Riego de Superficie.
60 a 125	Moderadamente Rápida. Demasiado rápida para riego de superficie, provoca pérdida de nutrientes por lavado. Baja eficiencia del riego de superficie. Se requiere riego localizado o riego por aspersión.
125 a 250	Rápida. Marginal para riego de superficie. Se requiere de riego localizado o riego por aspersión.
> 250	Muy Rápida. Excesiva para riego de superficie. Se requiere riego localizado o riego por aspersión.

FUENTE. – EDAFOLOGIA para la agricultura y el medio ambiente (Landon, 1984).



2.6.0 DESCRIPCIÓN FISIOGRÁFICA DEL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLOGICO SANTA ROSA

El CDT Santa Rosa comprende las llanuras de Tipitapa, ocupan el valle de relieve bajo comprendido entre el lago de Managua y el lago de Nicaragua; limitando con las provincias volcánicas del pacífico y del interior suroeste. Los materiales madres superficiales son en su mayoría piroclástos cuaternarios, depósitos lacustres y fluviales no consolidados. El drenaje es hacia el lago de Managua, cuando este excede su nivel de 40.8 msnm drena hacia el lago de Nicaragua por el río Tipitapa.

2.6.1 Geología General

Los volcanes cuaternarios aparecen a ambos lados de la Depresión Nicaragüense. Los conos de actividad más reciente y mejor preservada están en la provincia Volcánica del Pacífico. Las lavas y piroclástos expelidos por los volcanes cuaternarios de la provincia Volcánica del pacífico, son de composición basáltica, andesítica y dacítica. Las lavas de basalto son sin duda las más comunes.

Sin embargo, materiales expulsados del Ciguetepe, y San Jacinto se han esparcido a través de la parte noreste de la sub provincia Planicie de Tipitapa y han influenciado en el proceso de la formación de suelos.

Piroclástos consolidados, semi consolidados y depósitos fluviales y lacustres subordinados más viejos en la parte central de la depresión Nicaragüense, están mapeados como formación “Las Sierras”. Las Tobas de las Sierras son también material madre primario de los suelos de la Sub Provincia Planicie de Tipitapa, la mayoría de la formación se considera como del Pleistoceno.



2.7.0 CLASIFICACIÓN DE SUELOS

2.7.1 Según el Orden (SSS, 1999)

Soil Taxonomy (SSS) establece doce Órdenes de suelos y, sesenta y cuatro sub órdenes como categorías superiores de clasificación, el cual es un sistema jerarquizado y diseñado para poder llegar a cartografía en mapas detallados de suelos, propuesto y mantenido por el Soil Conservation Service del USDA.

Los Suelos del CDT Santa Rosa corresponden al Orden Inceptisol (SSS, 1999), los cuales son suelos característicos de la zona del pacifico de acuerdo a los factores de formación característicos presentes en la depresión Nicaragüense (Catastro, 1971).

Los Inceptisoles son suelos con uno o más horizontes diagnósticos que se postulan como formados en un tiempo relativamente corto. Los Inceptisoles no muestran iluviacion o eluviacion significativa o meteorización extremada.

Se encuentran generalmente en superficies jóvenes pero no recientes. Por tanto, el nombre Inceptisol significa, comienzo o ligeramente cambiado.

Los Inceptisoles del Área del Pacífico están caracterizados por un sub orden, los Anthrepts. Los Anthrepts son Inceptisoles formados de ceniza, pómez u otros materiales piro clásticos. Los suelos son generalmente ricos en vidrio o en una arcilla amorfa llamada alófana. Los Anthrepts se definen como Inceptisoles bien drenados que tienen una o ambas de las características siguientes:

- Una densidad aparente de la fracción de tierra fina del suelo menor que 0.85 gramos por centímetro cúbico en el epipedon o en el horizonte cámbico, o ambos, y un complejo de intercambio dominado por material amorfo.



- Mas del 60 por ciento de ceniza y escoria volcánica vítrea u otros materiales piroclásticos vítreos en las fracciones de limo, arena y grava.

TABLA 10.0 – Clasificación de los Suelos Sabana Grande (SSS, 1999)

Orden	Inceptisol	Sub Orden	Anthrepts
Gran Grupo	Vitrandept	Sub Grupo	Mollic Vitrandept
Familia	Ashy		

FUENTE. – Catastro Recursos Naturales, 1971

2.7.2 Serie Sabana Grande (Catastro – Recursos Naturales, 1971).

De acuerdo al Levantamiento de Suelos realizado por Catastro (1971), los suelos del CDT Santa Rosa pertenecen a la serie Sabana Grande, consiste de suelos pardo grisáceo oscuros a muy oscuros, profundos a moderadamente profundos, bien drenados, derivados de aluviales grueso de ceniza volcánica. Se encuentran en una amplia planicie en la vecindad del pueblo de Sabana Grande. Se extienden al sur del Aeropuerto Augusto Cesar Sandino hasta el caserio de Veracruz y al sureste hasta Cofradías.

Los suelos Sabana Grande son similares a los Cofradías y se encuentran en la misma localización general. Difieren por carecer del substrato de escoria débilmente cementada.

Los suelos Sabana Grande poseen una permeabilidad moderadamente rápida a rápida, capacidad de humedad disponible moderada y una zona radicular moderadamente profunda a profunda. El contenido de materia orgánica es moderado en el suelo superficial y el subsuelo, pero es bajo en el substrato. Los suelos están bien provistos de bases y la saturación de bases es mayor del 75 por ciento. Los niveles de potasio y fósforo son generalmente medios.



CAPITULO III

METODOLOGÍA



Para el desarrollo del estudio de suelo, el proceso metodológico se dividió en los siguientes componentes:

3.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO (ALTI – PLANIMETRÍA)

3.4 DESCRIPCION DE CALICATAS

3.5 ANÁLISIS DE SUELOS

3.6 PRUEBAS DE INFILTRACIÓN

3.7 CÁLCULO DE EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA (ET_o)

3.1 MUESTREO ALEATORIO

Una muestra debe ser representativa si va a ser usada para estimar las características de la población.

Una muestra aleatoria simple es seleccionada de tal manera que cada muestra posible del mismo tamaño tiene igual probabilidad de ser seleccionada de la población. Cada elemento extraído se descarta para la subsiguiente extracción.

3.2 ASPECTOS ESPECÍFICOS DE LOS LOTES CDT SANTA ROSA

3.2.1 Lote Experimental 01 (LE – 01)

El lote experimental 1 localizado al noreste del CDT “Santa Rosa”, posee una extensión de **0.48 ha.**, con suelos franco arcilloso; es utilizado para la producción de semillas de gramíneas mejoradas, como parte del programa de maíz que maneja el Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA – CDT Santa Rosa).

3.2.2 Lote Experimental 02 (LE – 02)

El lote experimental 2 localizado al noroeste del CDT “Santa Rosa”, posee una extensión de **0.82 ha.**, con suelos franco; es utilizado para la producción de semillas de gramíneas mejoradas, como parte del programa de maíz que maneja el Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA –CDT Santa Rosa).



3.2.3 Lote Experimental 03 (LE – 03)

El lote experimental 3 localizado al suroeste del CDT “Santa Rosa”, posee una extensión de **0.32 ha.**, con suelos franco arcilloso; es utilizado para la producción de semillas de gramíneas mejoradas, como parte del programa de maíz que maneja el Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA – CDT Santa Rosa).

3.3.0 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

3.3.1 Método de Radiación

El método de radiación puede ser empleado en zonas pequeña y cuyo relieve sea regular o bastante llano, considerando que la zona a ser levantada este bastante despejada de forma que permita fácilmente las visuales del polígono, desde una estación central con la particularidad de estar bien orientada (Rumbos, Norte magnético) y debidamente identificado.

Para las condiciones presentadas en el Centro Experimental Santa Rosa, la topografía del área se comporta con campos bastantes llanos y con pendientes menores al 1%, y poca vegetación, desarrollándose el levantamiento de campo con elementos de ventajas, dando como resultado una disminución en los márgenes de error de los datos levantados.

3.3.2 Desarrollo de Campo

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------|
| 1. – Estación Total. | 6. – 2lbs Clavos 3”. |
| 2. – Trípode. | 7. – 3 Radios Comunicadores. |
| 3. – 2 Prismas Reflectores. | 8. – Hojas de Anotaciones. |
| 4. – 3 Machetes. | 9. – Cinta métrica (50 mt.). |
| 5. – Tapas (ubicación de puntos). | 10. – Brújula. |



3.3.3 Procedimiento de Campo

Para el levantamiento de campo, se utilizó el instrumento topográfico Estación Total marca Leika Instruments, aparato de alta precisión en levantamientos Topográfico, tecnología de rápido procesamiento de datos, la cantidad de personas que intervienen son pocas como su facilidad en el manejo lo hace altamente efectivo.

Después de tener determinada la zona del levantamiento se procedió a seguir los siguientes pasos:

1. – **Estacionar el Instrumento**, se define el plano horizontal utilizando los niveles del instrumento. Seguido el eje vertical debe pasar por el punto del terreno sobre el que se quiere estacionar, en este caso se utiliza la plomada láser del instrumento por último se introducen las coordenadas del punto de la estación.
2. – **Orientar el Instrumento**, se visa a un punto de coordenadas conocidas (en este caso a un poste del cerco de la finca), luego se introducen las coordenadas del punto observado.
3. – **Radiación**, Colocamos el reflector en el punto del cual tomamos datos para calcular sus coordenadas, se hace puntería con el anteojo sobre el reflector posteriormente se realiza la medición (medición de distancias y ángulos).

Para cambiar de estación, se sitúa el aparato donde estaba el reflector (que ya son coordenadas conocidas) y para enlazar se coloca el reflector en la estación anterior (coordenadas conocidas) y se repite el proceso de los puntos 1, 2 y 3 hasta cerrar la poligonal.

Para los efectos de trabajo, las poligonales estarían representadas por los lotes experimentales LE – 01, LE – 02, LE – 03 respectivamente situadas en el CDT



Santa Rosa. Donde la información que se recopiló comprendía ubicación de lote, extensión de la parcela, comportamiento de curvas de nivel y porcentaje de pendiente o inclinación del terreno.

3.4 DESCRIPCION DE CALICATAS¹

Para la descripción morfológica de un suelo, es necesaria la apertura de una calicata, que es una excavación. Esta se realizó con dimensiones de 1 x 1.50 m² con 1.20 mt. de profundidad, con el objetivo de recopilar la información necesaria que permita conocer las características morfológicas del perfil examinado in situ, en este caso no se logró excavar hasta la roca madre o material de formación, ya que este se sitúa a mayor profundidad.

La calicata se orienta de este a oeste, de forma tal que el perfil quede uniformemente iluminado dejando escalones para una mejor accesibilidad en la descripción de los horizontes del suelo.

Las herramientas que se utilizaron en la excavación del perfil fueron:

- | | | | |
|------|-----------|------|-------------------------|
| 1. – | Coba. | 4. – | Pala. |
| 2. – | Palin. | 5. – | Cinta métrica (5 mts.). |
| 3. – | Cuchillo. | | |

Al momento de realizar el perfil dividimos su descripción en dos aspectos:

1. – Información acerca del sitio de la muestra.
2. – Descripción de los horizontes del suelo.

¹Recopilado de: Téllez y Cerrato, 2005.



En la información del sitio se tomaron en cuenta las características siguientes:

- | | |
|---|----------------------------|
| 1. – Número del perfil. | 6. – Serie. |
| 2. – Fecha de la observación. | 7. – Uso de la tierra. |
| 3. – Clasificación Taxonómica
(SSS, 1999). | 8. – Pendiente del Perfil. |
| 4. – Ubicación del Perfil. | 9. – Clima. |
| 5. – Ubicación geográfica. | 10. – Vegetación |

La descripción del perfil se inició con la demarcación de los límites de los horizontes del suelo y en cada horizonte se describieron cuidadosamente sus características:

- | | |
|--|---------------------------|
| 1. – Profundidad y espesor de la
parte superior e inferior del
horizonte (cm). | 7. – Porosidad. |
| 2. – Símbolo del horizonte | 8. – Contenido de raíces |
| 3. – Color. (Tabla de colores de
suelos Munsell) | 9. – Límite |
| 4. – Manchas de color | 10. – Capas endurecidas |
| 5. – Textura. | 11. – Consistencia |
| 6. – Estructura (grado, clase y tipo) | 12. – Drenaje |
| | 13. – Presencia de grava. |

Para la descripción de perfiles se utilizó el formato de descripción de perfiles y la guía de descripción de perfiles (FAO 1977).



Además de la descripción de cada horizonte, también se recolectó una muestra de suelo por cada horizonte para su análisis hidro – físico en el laboratorio de suelos y agua (LABSA) de la Universidad Nacional Agraria, efectuando el siguiente procedimiento:

1. – Se extrajo una muestra de suelo de la parte inferior de cada horizonte definido.
2. – Se colocó la muestra de suelo de aproximadamente 2 Libras en una bolsa plástica rotulada, (número de perfil, símbolo del horizonte y profundidad).
3. – Para calcular las densidades (densidad aparente y densidad real), se introdujo un cilindro de 100 cc. en el primer horizonte y con una espátula se enraza la parte inferior de la muestra de suelo, sin alterar la misma. (Ver acápite **3.5.2** y **3.5.3**).
4. – Una vez delimitado cada horizonte del perfil con sus respectivas descripciones, se procedió a tomar fotografías de cada perfil representativo.

3.5.0 ANALISIS DE SUELOS

3.5.1 TEXTURA

3.5.1.1 Método de la pipeta de Robinson

Este método trata sobre la separación de la parte mineral del suelo en varias fracciones y la determinación de las proporciones de estas fracciones. El procedimiento es aplicado a una muestra de suelo con partícula < 2 mm.

De mucha importancia en este análisis es el pre tratamiento de la muestra ayudado de una completa dispersión de las partículas primarias. Por lo tanto los materiales cementantes (tales como la materia orgánica, etc.) deben ser removidos.



Después de agitar con el agente dispersante, la arena es separada de la arcilla y del limo con un tamiz de 50 μm . La arena se fracciona por tamizado seco. Las fracciones de arcilla y limo son determinados por el método de la pipeta de Robinson.

FIGURA 5.0 – Esquema Pipeta de Robinson.



FUENTE. – <http://www.google.com> – Pipeta Robinson.

3.5.1.2 Materiales y Aparatos utilizados

- | | |
|---|---|
| 1. – Balanza Electrónica | 6. – Vidrios de Reloj |
| 2. – Beaker de 1000 ml. | 7. – Planchas de Calentamiento |
| 3. – Probeta de 1000 ml. | 8. – Agitador Recíproco |
| 4. – Frascos de Plásticos con su Tapón | 9. – Horno |
| 5. – Latas de Secados previamente Taradas | 10. – Juego de Tamices (1000 μm , 500 μm , 250 μm , 100 μm , 50 μm , receptor) |



11. – Pipeta especial para toma de muestra (Robinson) 12. – Batidora

3.5.2 DENSIDAD REAL

3.5.2.1 Método del picnómetro

El peso específico o densidad de la fase sólida del suelo es la relación entre la masa del suelo seco, y la masa de igual volumen de agua. El valor del peso específico depende de la naturaleza de los minerales integrantes y de la cantidad de sustancias orgánicas.

Para la mayoría de los suelos el valor medio de la densidad de su fase sólida es 2,65. Variando en función de las causa indicadas. Cuanto más humus contiene el suelo, tanto menor es el peso específico².

3.5.2.2 Instrumentos

- | | |
|---------------------------|---|
| 1. – Beaker. | 4. – Horno, $\pm 105^{\circ}\text{C}$. |
| 2. – Picnómetros. | 5. – Balanza, 0.01 grs. sensibilidad. |
| 3. – Plancha para hervir. | 6. – Pipeta. |

3.5.3 DENSIDAD APARENTE

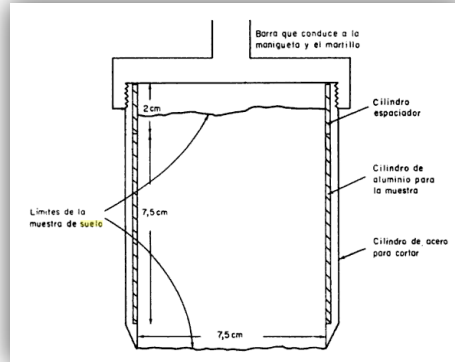
3.5.3.1 Método del cilindro

Es el método más generalmente empleado, consta de un cilindro de metal con paredes delgadas y rígidas, con bordes biselados hacia el exterior, este se presiona dentro del suelo u horizonte a estudiar, se remueve extrayendo una muestra de suelo de volumen conocido, se anota el peso de la muestra húmeda. Esta muestra luego es llevada al laboratorio, secada en un horno y, se determina el peso de la muestra.

²EDAFOLOGIA para la agricultura y el medio ambiente



FIGURA 6.0 – Esquema de la Cabeza del equipo utilizado tipo Uhland para sacar muestras de Volumen Conocido.



FUENTE. – Manual de Laboratorio de Edafología.

3.5.3.2 Equipos

1. – Latas contenedores con sus tapas
2. – Balanza Electrónica, ± 0.01 grs. de sensibilidad
3. – Horno, $\pm 105^{\circ}\text{C}$
4. – Tamiz (2 mm. de abertura)

3.5.4 CAPACIDAD DE CAMPO

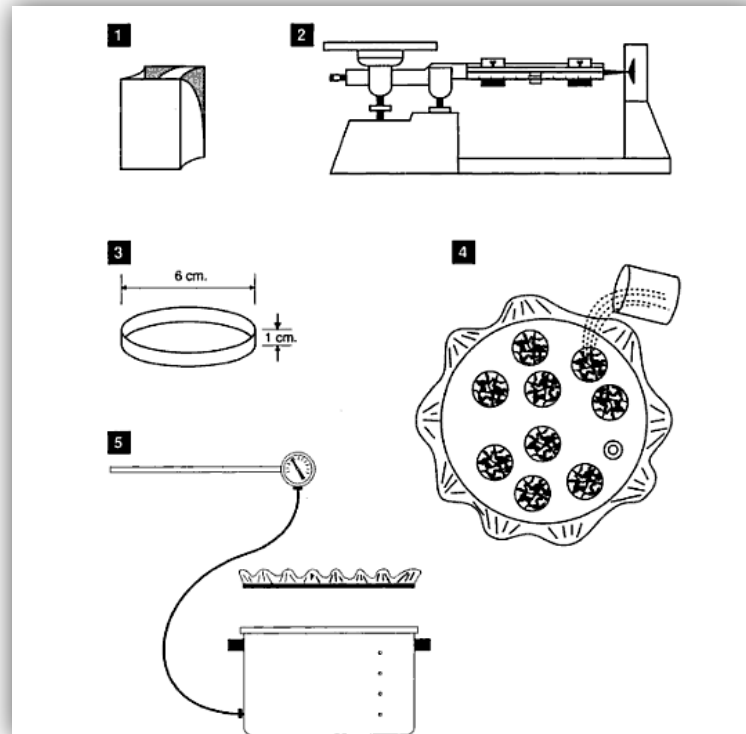
3.5.4.1 Olla extractora

El método por desorción por presión es usado (U. S. Salinity Staff, 1954). Una muestra tamizada a 2 mm. de suelo seco al aire es colocada en un anillo retenedor puesto sobre un plato de cerámica poroso en una olla extractora a presión. El plato se cubre con agua para humedecer las muestras por capilaridad. La muestra es equilibrada 1/3 bar. (33 KPa). La presión se mantiene constante



hasta que se obtiene el equilibrio (Klute, 1986). El contenido de humedad se determina por gravimetría.

FIGURA 7.0 – Esquema del Equipo usado en el Método de la Olla de Presión.



FUENTE. – Riego y Drenaje. 1998

3.5.4.2 Equipos

- | | |
|--|--|
| 1. – Plato de Cerámica. | 5. – Anillos retenedores. (10 mm. de alto y 50 mm. de diámetro). |
| 2. – Balanza electrónica, ± 0.01 grs. de sensibilidad. | 6. – Latas de metal con su tapa para pesar. |
| 3. – Horno, ± 105 °C. | |
| 4. – Fuente de presión, regulador y medidor de presión. | |



3.5.5 PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE

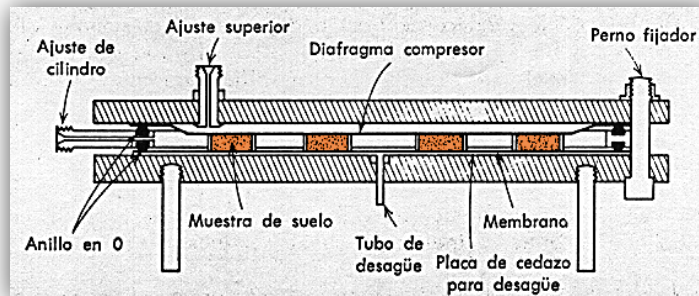
3.5.5.1 Olla extractora

El método por desorción por presión es usado (U. S. Salinity Staff, 1954). Una muestra tamizada a 2 mm. de suelo seco al aire es colocada en un anillo retenedor puesto sobre un plato de cerámica poroso en una olla extractora a presión. El plato se cubre con agua para humedecer las muestras por capilaridad. La muestra es equilibrada 15 bar. (1500 KPa). La presión se mantiene constante hasta que se obtiene el equilibrio (Klute, 1986). El contenido de humedad se determina por gravimetría. (Ver **FIGURA 11.0**)

3.5.5.2 EQUIPOS

1. – Plato de Cerámica.
2. – Balanza electrónica, ± 0.01 grs. de sensibilidad.
3. – Horno, ± 105 °C.
4. – Fuente de presión, regulador y medidor de presión.
5. – Anillos retenedores. (10 mm. de alto y 50 mm. de diámetro).
6. – Latas de metal con su tapa para pesar.

FIGURA 8.0 – Esquema Prensa de Presión de Richards.



FUENTE. – <http://www.google.com.ni> – Prensa Richards.



3.6.0 VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN

3.6.1.1 Instrumentos

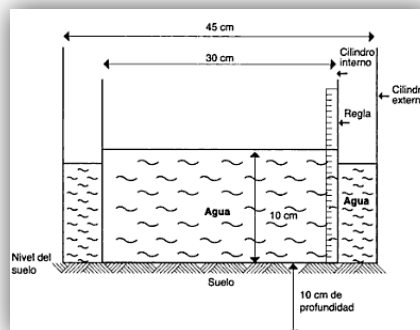
- | | |
|--|--|
| 1. – 3 Juegos Infiltrómetros de Doble Anillo | 4. – 2 Cronómetros. |
| 2. – 1 Taco de Madera (4x4x15 pulg.) | 5. – Hojas de Campo. |
| 3. – 1 Mazo | 6. – 3 Recipientes con Agua (Volumen 5 gal. c/u) |
| | 7. – 1 Cinta Métrica (50 mt.) |

3.5.1.2 Procedimientos

Se escoge un sitio representativo dentro de la parcela en estudio. Se limpia la superficie del suelo donde se ubicarán los Infiltrómetros. Contando con un juego de 3 Cilindros Infiltrómetros, estos se colocan en forma triangular cada uno a una distancia de 20 m. De esta forma se garantiza que los resultados obtenidos en el lote de estudio mantengan un mismo comportamiento, descartando el Infiltrómetros con resultados erróneos.

Una vez que se colocan los Cilindros, se vierte agua dentro de los mismos cada 1, 5, 10,..., 25 minutos así de forma progresiva; hasta que la lectura se estabiliza en cada uno de los Cilindros Infiltrómetros.

FIGURA 13.0 – Esquema de los Cilindros Infiltrómetros



FUENTE. – Riego y Drenaje. 1998



3.7.0 EVAPOTRANSPIRACIÓN

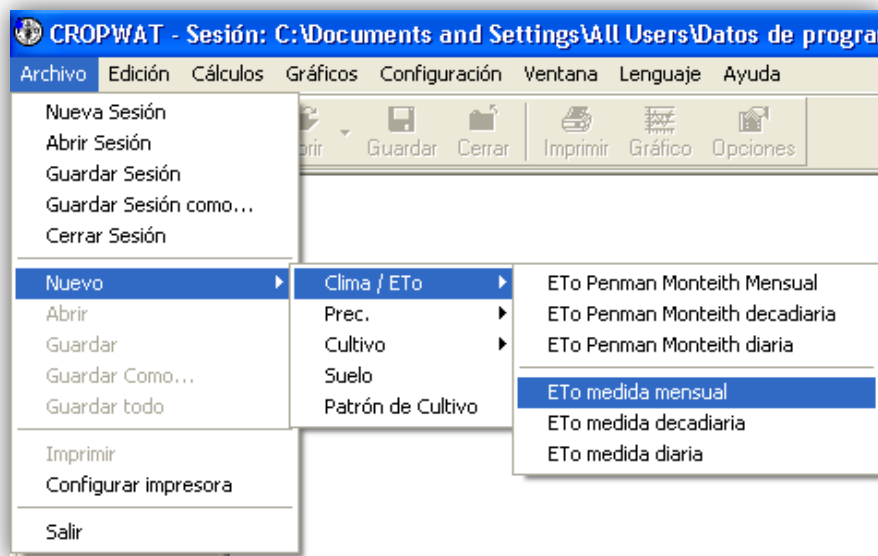
Para la obtención de la Eto mediante datos meteorológicos se utiliza el software de la FAO desarrollado para la programación del riego CROPWAT versión 8.0, el cual se basa en la ecuación FAO PENMAN-MONTEITH.

Según la FAO (Food and agriculture organization of the United Nations) el método de FAO Penman-Monteith se recomienda como el método estándar para determinar la evapotranspiración de referencia.

3.7.1 Ingreso de datos

En el menú principal se selecciona **Archivo >Nuevo >Clima / ETo >ETo Penman Monteith Mensual**. Se abre la ventana de entrada de datos climáticos mensuales.

FIGURA 9.0 – Ventana de Ingreso de Datos.



FUENTE. – FAO, 2009.



FIGURA 10.0 – Presentación de la Hoja de Cálculo.

FUENTE. – FAO, 2009.

Se introducen los datos específicos de la estación (País, código de la estación o nombre, altitud, latitud, longitud).

3.7.2 DATOS METEOROLÓGICOS

3.7.2.1 Temperatura del aire

Temperatura máxima (Tmax) y temperatura mínima (Tmin) promedio diario para periodos de diez días o mensuales.

3.7.2.2 Humedad del aire

El promedio mensual o decadiario de la presión real de vapor (e_a) derivada del psicrómetro, del punto de condensación o de los datos de humedad relativa.

3.7.2.3 Velocidad del viento

Valores promedio decadiarios o mensuales de la velocidad diaria del viento medida a una altura de 2 m (u_2).



3.7.2.4 Radiación

Promedio decadiario o mensual de la radiación neta diaria (R_n) calculada de la media decadiaria o mensual de la radiación de onda corta medida o de la duración real de las horas diarias de insolación (n). La radiación extraterrestre (R_a) y las horas de duración máxima de insolación (N) para un día específico del mes

3.7.3 Conversión de la velocidad del viento a 2 metros de altura

Para el cálculo de la evapotranspiración, se requiere la velocidad del viento medida a 2 m. sobre la superficie. Para ajustar los datos de velocidad del viento obtenido de instrumentos situados a elevaciones diferentes a la altura estándar de 2 m., se puede usar una relación logarítmica:

$$u_2 = u_z \frac{4.87}{\ln(67.8Z - 5.42)} \quad \text{Ecuación 13.0}$$

Donde:

- u_2 : Velocidad del viento a 2 m sobre la superficie (m/s).
- u_z : Velocidad del viento medida a z m sobre la superficie (m/s).
- z : Altura de medición del anemómetro sobre la superficie (m).



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO “SANTA ROSA” INTA

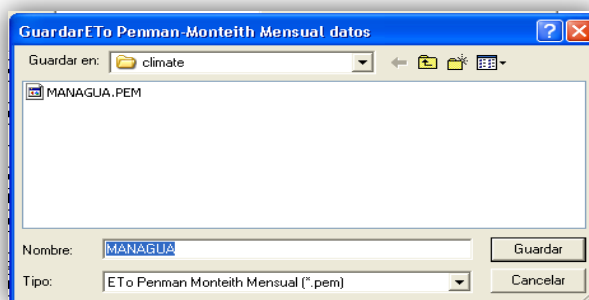
FIGURA 11.0 – Hoja de Cálculo con los Datos de la estación EL AEROPUERTO

Mes	Temp Min °C	Temp Max °C	Humedad %	Viento km/día	Insolación horas	Rad MJ/m²/día	ETo mm/día
Enero	20.4	32.1	70	73	8.0	18.6	3.79
Febrero	20.6	32.8	66	83	8.8	21.2	4.42
Marzo	21.6	34.2	64	83	9.1	23.0	4.98
Abril	22.5	34.5	63	81	8.6	22.8	5.07
Mayo	23.7	34.3	71	62	7.1	20.2	4.53
Junio	23.3	32.1	81	47	5.6	17.7	3.84
Julio	22.7	31.5	81	55	5.7	17.9	3.82
Agosto	22.8	32.1	81	49	6.5	19.3	4.08
Septiembre	22.5	31.6	83	39	6.1	18.5	3.95
Octubre	22.2	31.2	83	31	6.4	18.0	3.63
Noviembre	21.5	31.5	79	39	7.1	17.6	3.49
Diciembre	20.5	31.4	73	60	7.5	17.4	3.46
Promedio	22.0	32.4	75	59	7.2	19.4	4.08

FUENTE. – FAO, 2009.

En la ventana presentada en el programa (CROPWAT), se llena en cada una de las columnas, los datos meteorológicos de la estación de interés, al finalizar el ingreso de los datos en cada una de las celdas, el programa automáticamente calcula la Evapotranspiración (ETo) y la Radiación Solar.

FIGURA 12.0 – Presentación ventana para Guardar la Plantilla de Cálculo.



FUENTE. – (FAO, 2009).

Luego se guardan los cambios efectuados en el comando “**Guardar Como**” en Archivo del menú principal, asignándole un nombre al archivo. (Managua.pem).



CAPITULO IV

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS



4.1.0 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA TEXTURA DE LOS SUELOS DEL CDT SANTA ROSA

4.1.1 Lote Experimental LE – 01

Las muestras extraídas para este lote reflejaron porcentajes de Arena y Limos predominantes, y de acuerdo al triangulo textural corresponden a suelos de texturas que van de franco arcillo limoso a francos, es decir, son suelos que van de moderadamente finos a medio, esto le concede a estos suelos una buena estructura y excelentes características de aireación y drenaje. (Ver Tabla 11.0)

4.1.2 Lote Experimental LE – 02

Para esta parcela experimental se obtuvieron porcentajes de Limos y Arena mayoritarios, comportamiento que se mantiene en las distintas profundidades diagnosticadas.

Ubicándose en el triangulo textural se clasifican como suelos francos, evaluados como una textura media, considerados como ideales ya que establece un equilibrio entre las partículas de arena, limo y arcillas además crea una estabilidad entre la permeabilidad del suelo y la retención de agua y nutrientes. (Ver Tabla 11.0)



4.1.3 TABLA DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LA TEXTURA DE LOS SUELOS DEL CDT SANTA ROSA

Método de Robinson (Pipeta)

NOMBRE :

INTA

FINCA :

CDT Santa Rosa

FECHA :

18-Ago-09

MUNICIPIO :

Managua

Código LABSA	Lote	Prof. [cm.]	Arena Muy Gruesa	Arena Gruesa	Arena Media	Arena Fina	Arena Muy Fina	% Total Arena	Limo Grueso	Limo Fino	% Total Limo	% Total Arcilla	Clase Textural
1441	LE – 01	0 – 30	0.3603	1.0927	1.9299	3.2575	4.0983	10.74	15.2832	46.3363	61.62	27.64	FRANCO ACILLOSO LIMOSO
1810	LE – 01	30 – 60	1.9700	4.4300	11.2000	27.6000	5.6700	51.07	9.8800	20.4000	30.32	18.61	FRANCO
1812	LE – 01	60 – 90	1.6000	3.9900	8.9800	21.300	7.8500	43.76	9.3600	24.5000	33.82	22.42	FRANCO
1811	LE – 02	0 – 30	3.5000	5.9800	7.4900	13.6900	5.3500	36.09	9.4100	31.4000	40.77	23.14	FRANCO
1813	LE – 02	30 – 60	4.2600	7.2300	11.3600	20.5900	7.6000	51.10	10.5800	20.7000	31.28	17.62	FRANCO
1814	LE – 02	60 – 90	1.5800	3.9800	5.9900	10.5800	5.7000	27.90	9.5500	38.8000	48.39	23.71	FRANCO

TABLA 11.0 – Textura. (Laboratorio de Suelos y Agua, UNA)



4.2.0 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA DENSIDAD APARENTE DE LOS SUELOS DEL CDT SANTA ROSA

4.2.1 Lote Experimental 01 LE – 01

En el muestreo realizado para este lote experimental, se obtuvieron valores de densidades evaluados como muy bajos a medianas, reflejando pocas las alteraciones físicas del suelo por prácticas de laboreo mecanizado realizados en el campo experimental, esto permite un excelente desarrollo radicular para los cultivos. (*Ver Tabla 12.1*)

4.2.2 Lote Experimental 02 LE – 02

En esta parcela experimental, los valores mostrados en el ensayo indican densidades muy bajas a bajas, sus alteraciones son mínimas por efectos de laboreo, por tanto habrá poca resistencia mecánica al enraizamiento y una excelente estabilidad estructural de estos suelos. (*Ver Tabla 12.1*)

4.2.3 Lote Experimental 03 LE – 03

Para este lote experimental, se encontraron valores de densidades que van de muy bajos a mediana, a diferencia de las parcelas anteriores el ensayo reflejo mayor frecuencia de valores de densidades mediana, traduciéndose como una alteración gradual por compactación debido a prácticas de laboreo o a las campañas de riego intensivo llevadas durante las temporadas. (*Ver Tabla 12.2*)



4.2.4 RESULTADOS OBTENIDOS DE LA DENSIDAD APARENTE DEL SUELO DE LOS SUELOS DEL CDT SANTA ROSA

Método de Volumen Conocido

NOMBRE :		INTA		FINCA :		CDT Santa Rosa			
FECHA :		18-Ago-09		MUNICIPIO :		Managua			
LOTE	IDENTIF.	PROF. [cm.]	TARA	TARA + PSH	TARA + PSS	PSH	PSS	% HUM.	Da
LE – 01	R1-G5	10	108.6	256.1	219.3	147.5	110.7	33.2	1.10
	1-G-15	20	100.0	250.6	216.7	150.6	116.7	29.0	1.20
	R2-P8-G-5	30	100.0	225.9	190.8	125.9	90.8	38.7	0.90
	8-C-15	40	106.3	259.1	209.0	152.8	102.7	48.8	1.00
	AM-A2	50	111.4	269.5	226.9	158.1	115.5	36.9	1.20
	R1-5G	60	108.6	256.1	219.3	147.5	110.7	33.2	1.10
	R1-P7-C5	70	101,5	241.1	206.0	139.6	104,5	33.6	1,05
	R1-P14-15-G	80	109,8	258.5	218.8	148.7	109	36.4	1,09
	8-5-1-G	90	109,7	247.6	211.5	137.9	101,8	35.5	1,02
LE – 02	R2-P14-G15	10	102.7	241.7	195.3	139.0	92.6	50.1	0.90
	8-C-1-5	20	107.8	256.2	218.6	148.4	110.8	33.9	1.10
	R1-P7-C15	30	107.8	246.2	203.2	138.4	95.4	45.1	1.00
	1-G-5	40	102.7	247.3	206.3	144.6	103.6	39.6	1.00



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

	R1-P7-G5	50	102.4	255.6	213.1	153.2	110.7	38.4	1.10
	6-C-5	60	102.3	242.9	206.4	140.6	104.1	35.1	1.00
	P11-R1-G15	70	101,5	264.0	218.2	162.5	116,7	39.2	1,17
	15-C	80	107,6	247.5	208.4	139.9	100,8	38.8	1,01
	8-15-1G	90	105,2	261.0	214.5	155.8	109,3	42.5	1,09
LE – 03	C-01	10	125.0	280.6	248.5	155.6	123.5	25.99	1.2
	C-02	20	195.4	321.2	288.6	125.8	93.2	34.98	0.9
	C-03	30	126.9	287.9	251.4	161.0	124.5	29.32	1.2
	C-04	40	126.0	290.6	254.7	164.6	128.7	27.89	1.3
	C-05	50	198.1	341.9	310.9	143.8	112.8	27.48	1.1
	C-06	60	131.5	296.1	261.3	164.6	129.8	26.81	1.3
	C-07	70	132.2	288.6	252	156.4	119.8	30.55	1.1
	C-08	80	133.1	272.6	237.6	139.5	104.5	33.49	1.1
	C-09	90	196.8	338.7	308	141.9	111.2	27.61	1.1

TABLA 12.2 – Densidad Aparente*. (Laboratorio de Suelos y Agua, UNA).

*Peso de Tara y Suelo en gramos.



4.3.0 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA DENSIDAD REAL DE LOS SUELOS DEL CDT SANTA ROSA

4.3.1 Lote Experimental 01 LE – 01

En el lote experimental 01, los valores obtenidos en el ensayo de densidad son medianos, valor que disminuye a medida que se va profundizando, esto se debe a la presencia contenidos de materia orgánica y minerales de origen volcánico presentes en la superficie de estos suelos. (*Ver tabla 13.0*)

4.3.2 Lote Experimental 02 LE – 02

Los resultados obtenidos para la densidad real en esta parcela experimental van de densidades medianos a altos, presentando el mismo comportamiento que en lote experimental 01. Los suelos de esta zona son de origen volcánico por ello la presencia de cristales volcánicos y otros minerales afectaran los valores de la misma. (*Ver Tabla 13.0*)

4.3.3 Lote Experimental 03 (LE – 03)

En esta parcela experimental se obtuvieron valores de densidades reales evaluados como medianos a altos, siendo estos los más altos a diferencia de los lotes anteriores, indicativo de presencia de minerales pesados y materia orgánica, característica particular de la zona en estudio. (*Ver Tabla 13.0*)



4.3.4 RESULTADOS OBTENIDOS DE LA DENSIDAD REAL DE LOS SUELOS DEL CDT SANTA ROSA

Método del Picnómetro

NOMBRE : FECHA :			INTA 18-Ago-09		FINCA : MUNICIPIO :		CDT Santa Rosa Managua			
			A	C	D	B	I	III	II	Dr
LOTE	COD. LABSA	PROF. [cm.]	PICN. VACIO	PICN. + SUELO	PICN. + SUELO + AGUA	PICN. + AGUA	C - A	A + D	B + C	$\frac{I}{II - III}$
LE – 01	1441	0 – 30	24.4077	34.095	55.2052	49.3381	9.6873	79.6129	83.4331	2.54
	1441	30 – 60	23.5028	33.5052	54.5442	48.4272	10.0024	78.0470	81.9324	2.57
	1441	60 – 90	25.5469	35.5508	56.1847	50.3388	10.0039	81.7316	85.8896	2.41
LE – 02	1442	0 – 30	26.0449	36.0493	57.0483	51.003	10.0044	83.0932	87.0523	2.53
	1442	30 – 60	24.9855	34.9811	55.8418	49.9151	9.9956	80.8273	84.8962	2.46
	1442	60 – 90	23.7459	33.7494	54.6207	48.6653	10.0035	78.3666	82.4147	2.47
LE – 03	1814	0 – 30	24.8523	34.7880	56.4090	50.2368	9.9357	81.2613	85.0248	2.64
	1813	30 – 60	26.9874	36.8637	60.6305	54.5527	09.8763	87.6179	91.4164	2.60
	1811	60 – 90	23.6547	34.6411	54.3364	47.8160	10.9864	77.9911	82.4571	2.46

TABLA 13.0 – Densidad Real. (Laboratorio de Suelos y Agua, UNA).

*Peso de Picnómetro y Suelo en gramos



4.4.0 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA POROSIDAD DE LOS SUELOS DEL CDT SANTA ROSA

4.4.1 Lote Experimental 01 LE – 01

De acuerdo a los cálculos realizados para determinar la porosidad en función de las densidades aparentes y reales, se tiene que para este lote experimental la Porosidad es alta para todas las profundidades. Esto proporciona ventajas significativas tanto como del movimiento del agua a través de los macro poros y micro poros así como de aireación a través de los mismos. (Ver Tabla 14.0)

4.3.1 Lote Experimental 02 LE – 02

Para esta parcela experimental los porcentajes de la porosidad son altos, en todas las profundidades pre establecidas, teniéndose una disminución del casi 5% de la porosidad en la parte más baja del perfil diagnosticado. Presenta las buenas características de aireación y movimiento del agua a través de los macro y micro poros. (Ver Tabla 14.0)

4.3.1 Lote Experimental 03 LE – 03

En el lote experimental 03, se obtuvo porcentajes de porosidad que van de mediana a altas, valor que se mantiene al igual que los lotes evaluados anteriormente, transmitiendo las excelentes características de aireación y movimiento del agua. (Ver Tabla 14.0)



4.4.0 RESULTADOS OBTENIDOS DE LA POROSIDAD DE LOS SUELOS DEL CDT SANTA ROSA

NOMBRE: INTA **FINCA:** CDT Santa Rosa
FECHA: 18-Ago-09 **MUNICIPIO:** Managua
:

LOTE	COD. LABSA	PROF. [cm.]	Dr	Da	POROSIDAD [%]
			<i>gr/cm³</i>		
LE – 01	1441	0 - 30	2.54	1.07	58.01
	1441	30 - 60	2.57	1.10	57.20
	1441	60 - 90	2.41	1.05	56.39
LE – 02	1442	0 - 30	2.53	1.00	60.47
	1442	30 - 60	2.46	1.03	57.99
	1442	60 - 90	2.47	1.09	55.90
LE – 03	1814	0 - 30	2.64	1.10	58.33
	1813	30 - 60	2.6	1.23	52.56
	1811	60 - 90	2.46	1.10	55.28

TABLA 14.0 – Porosidad. (*Laboratorio de Suelos y Agua, UNA*).



4.5.0 RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CAPACIDAD DE CAMPO

De acuerdo a los resultados obtenidos en el ensayo para la Capacidad de Campo en los tres lotes experimentales LE – 01, LE – 02, LE – 03 reflejaron valores de *Capacidad de Campo Mediana*. (Ver Tabla 7.0)

Estos valores de porcentaje de humedad fueron comparados entre cada uno de los lotes experimentales, obteniéndose un rango comprendido que va 33.56 a 22.58 porcientos respectivamente con una variación del 10 % de humedad de manera general. En cada lote experimental los rangos de humedad se mantienen bastantes cercanos con diferencias mínima en cada una de las profundidades pre establecidas. (Ver Tabla 15.0)

Estos resultados obtenidos para la Capacidad de Campo corresponden a la clasificación del orden textural de estos suelos.

NOMBRE : INTA **FINCA :** CDT Santa Rosa
FECHA : 18 – Ago – 09 **MUNICIPIO :** Managua

LOTE	CODIG O	PROF. [cm.]	TARA	TARA + PSH	TARA + PSS	PSH	PSS	% HUM.
LE – 01	1441	0 – 30	14.81	33.84	29.03	19.03	14.22	33.80
	1441	30 – 60	15.41	34.94	30.03	19.53	14.62	33.56
	1441	60 – 90	15.00	33.57	28.83	18.56	13.82	34.29
LE – 02	1442	0 – 30	15.32	34.55	30.62	19.24	15.30	25.70
	1442	30 – 60	15.35	37.09	32.67	21.74	17.31	25.57
	1442	60 – 90	15.33	35.88	31.72	20.56	16.40	25.37
LE – 03	1814	0 – 30	15.56	15.56	33.88	29.91	18.32	27.65
	1813	30 – 60	15.27	15.27	37.06	33.00	21.79	22.88
	1811	60 – 90	15.39	15.39	34.36	30.13	18.97	28.74

TABLA 15.0 – Capacidad de Campo*. (LABSA, UNA)

*Peso de Tara y Suelo en gramos.



4.6.0 RESULTADOS OBTENIDOS EN EL PUNTO DE MARCHITEZ

En el ensayo realizado para las parcelas experimentales LE – 01, LE – 02, LE – 03, se obtuvieron valores evaluados como *Punto de Marchitez Permanente Mediana*.

El rango obtenido corresponde del 17.24 al 24.31 porcientos respectivamente, teniéndose una variación menor del 10 porcientos de forma general entre los lotes. Y las variaciones entre las profundidades pre establecidas son mínimas del 2 – 3 porcientos entre muestra. (Ver Tabla 16.0)

Este valor corresponde a lo obtenido con la capacidad de campo mediana, y a los aspectos característicos de la clasificación textural de estos suelos.

NOMBRE : INTA **FINCA :** CDT Santa Rosa
FECHA : 18 – Ago – 09 **MUNICIPIO :** Managua

LOTE	CODIGO	PROF. [cm.]	TARA	TARA + PSH	TARA + PSS	PSH	PSS	% HUM.
LE - 01	1441	0 - 30	15.41	33.39	30.25	17.98	14.85	21.09
	1441	30 - 60	14.93	31.66	29.20	16.74	14.28	17.24
	1441	60 - 90	15.07	34.74	31.61	19.67	16.54	18.92
LE - 02	1442	0 - 30	15.00	32.57	29.72	17.57	14.72	19.37
	1442	30 - 60	15.44	35.39	32.09	19.95	16.65	19.80
	1442	60 - 90	13.72	29.73	27.17	16.01	13.45	19.04
LE - 03	1814	0 - 30	15.65	32.60	29.59	16.95	13.94	21.58
	1813	30 - 60	15.11	33.44	30.40	18.33	15.29	19.86
	1811	60 - 90	14.89	31.78	28.48	16.89	13.59	24.31

TABLA 16.0 – Punto de Marchitez Permanente*. (LABSA, UNA)

*Peso de Tara y Suelo en gramos.



4.7.0 RESULTADOS OBTENIDOS PARA EL LÍMITE PRODUCTIVO

A partir de los datos de la Capacidad de Campo y el Punto de Marchitez Permanente se calculo el Limite Productivo o Agua Disponible para las Plantas en los lotes experimentales LE – 01, LE – 02, LE – 03 del CDT Santa Rosa.

La determinación de estos valores expresan la capacidad de retención de almacenamiento de agua disponible para las plantas, valor que puede ser ajustado a las necesidades hídricas de un Cultivo a establecer en el CDT Santa Rosa.

El Lote Experimental LE – 01, refleja un mejor resultado de este Parámetro, contando con un 16.32% como valor máximo. Este dato es debido a que en la parcela LE 01, se encontraban rastros en la superficie y raíces de cultivos ya cosechados este factor mejora la capacidad de retención de agua en el suelo. Caso distintos a las parcelas LE – 02, LE – 03 con valores no mayores al 6.33%, debido a que en las parcelas ya habían sido preparadas con actividades de laboreo mecanizado para luego ser cultivadas, esto deja expuesto el suelo sin elementos que mejoren su capacidad de retención de humedad.

NOMBRE: INTA **FINCA:** CDT Santa Rosa
FECHA: 18 – Ago – 09 **MUNICIPIO:** Managua

LOTE	COD LABSA	PROF. [cm.]	CC	PMP	LP
			[%]		
LE – 01	1441	00 – 30	33.80	21.09	12.71
	1441	30 – 60	33.56	17.24	16.32
	1441	60 – 90	34.29	18.92	15.37
LE – 02	1442	00 – 30	25.70	19.37	6.33
	1442	30 – 60	25.57	19.80	5.77
	1442	60 – 90	25.37	19.04	6.33
LE – 03	1814	00 – 30	27.65	21.58	6.07
	1813	30 – 60	22.88	19.86	3.02
	1811	60 – 90	28.74	24.31	4.43

TABLA 18.0 – Limite Productivo.



4.8.0 RESULTADOS OBTENIDOS PARA LA EVAPOTRANSPIRACION

4.8.1 Análisis de los Resultados Obtenidos de la Evapotranspiración de Referencia Promedio Mensual.

Para la Evapotranspiración Mensual se puede definir el mes crítico de Abril con una Eto de **5.07** mm y Diciembre el mes del valor mínimo de la Eto, con **3.63** mm, recordando que es el mes donde ocurren las mayores precipitaciones del año. La Eto Mensual se mantendrá en un rango entre **3 – 5** mm por mes. Teniéndose como valor promedio de **4.08** mm por mes (Ver **TABLA 19.0**).

4.8.2 Análisis de los Resultados Obtenidos de la Evapotranspiración de Referencia Promedio Anual.

La Evapotranspiración de Referencia Anual mantendrá un valor promedio de **4.20** mm. por año, sus variaciones estarán afectadas principalmente por cambios climáticos persistentes en la temporada.

Estos datos serán propios de los sectores aledaños al Aeropuerto Internacional de Managua, lugar de ubicación de la Estación Meteorológica, en este caso Sabana Grande se ubica dentro del área de influencia de la misma Estación. (Ver **TABLA 20.0**)



4.8.1.1 EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA MENSUAL

4.8.1.2 Datos Generales de la Estación

.- Estación : Aeropuerto Internacional Managua
.- Tipo: HMP .- Código : 69 027
.- País : Nicaragua .- Latitud : 12° 08' 36" N
.- Altitud : 56 msnm. .- Longitud : 86° 09' 49" W

4.8.1.3 Método de cálculo

.- Método : Penman – Monteith
.- Plantilla de Calculo : CROPWAT versión 8.0 (FAO)

Mes	Temp. Min. °C	Temp. Max. °C	Humedad %	Viento km/día	Insolación horas	Rad MJ/m²/día	ET _o mm/día
Enero	20.4	32.1	70	73	8.0	18.6	3.79
Febrero	20.6	32.8	66	83	8.8	21.2	4.42
Marzo	21.6	34.2	64	83	9.1	23.0	4.98
Abril	22.5	34.5	63	81	8.6	22.8	5.07
Mayo	23.7	34.3	71	62	7.1	20.2	4.53
Junio	23.3	32.1	81	47	5.6	17.7	3.84
Julio	22.7	31.5	81	55	5.7	17.9	3.82
Agosto	22.8	32.1	81	49	6.5	19.3	4.08
Septiembre	22.5	31.6	83	39	6.1	18.5	3.85
Octubre	22.2	31.2	83	31	6.4	18.0	3.63
Noviembre	21.5	31.5	79	39	7.1	17.6	3.49
Diciembre	20.5	31.4	73	60	7.5	17.4	3.46
Promedio	22	32.4	75	59	7.2	19.4	4.08

TABLA 19.0 – Evapotranspiración de Referencia Promedio Mensual.



4.8.2.1 EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA ANUAL

4.8.2.2 *Datos Generales de la Estación*

.- Estación : Aeropuerto Internacional Managua
.- Tipo : HMP .- Código : 69 027
.- País : Nicaragua .- Latitud : 12° 08' 36" N
.- Altitud : 56 msnm. .- Longitud : 86° 09' 49" W

4.8.2.3 *Método de cálculo*

.- Método : Penman – Monteith
.- Plantilla de Calculo : CROPWAT versión 8.0 (FAO)

Año	ET _o	Pp.	Pp. efect.
1992	3.97	705.4	569.7
1993	3.89	1415.3	841.3
1994	4.01	985.8	762.7
1995	3.99	1360.2	865.2
1996	4.02	1608.6	977.5
1997	4.12	862.4	589.2
1998	4.01	1565.7	774.2
1999	3.80	1253.9	851.1
2000	4.32	957.1	596.4
2001	4.50	861.5	638.7
2002	4.56	1224.6	733.5
2003	4.50	1229.6	893
2004	4.45	819.2	622.6
2005	4.22	1395.1	907.6
2006	4.48	683.3	563.2
2007	4.40	1411.6	892.5
promedio	4.20	1146.21	754.90

TABLA 20.0 – Evapotranspiración de Referencia Promedio Anual



4.9.0 DESCRIPCIONES MORFOLÓGICAS DE LOS PERFILES DEL CDT SANTA ROSA

4.9.1 INFORMACIÓN DEL SITIO DE LA MUESTRA DEL PERFIL 01

- . – Fecha de la observación : 16 Junio 2009
- . – Observación realizada por : Dr. Ing. Efraín Acuña
Br. Alexander Javier Meléndez
Br. Carlos Medina Quintana.
- . – Clasificación Taxonómica :
- USDA : Mollic Vitrandept
- FAO : Andosol Cámbico
- . – Ubicación del Perfil: De la caseta de bombeo 150 mts. al
Norte, 20 mts. al Oeste.
- . – Ubicación geográfica : 12°07'57.04" N, 86°10'39.78" W
- . – Catastro Recursos. Naturales : Sabana Grande (SG) ,1971
- . – Uso de la tierra : Gramíneas
- . – Pendiente del Perfil : 0 – 1.5 %
- . – Clima : Tropical Seco

4.9.1.1 Información General del Suelo

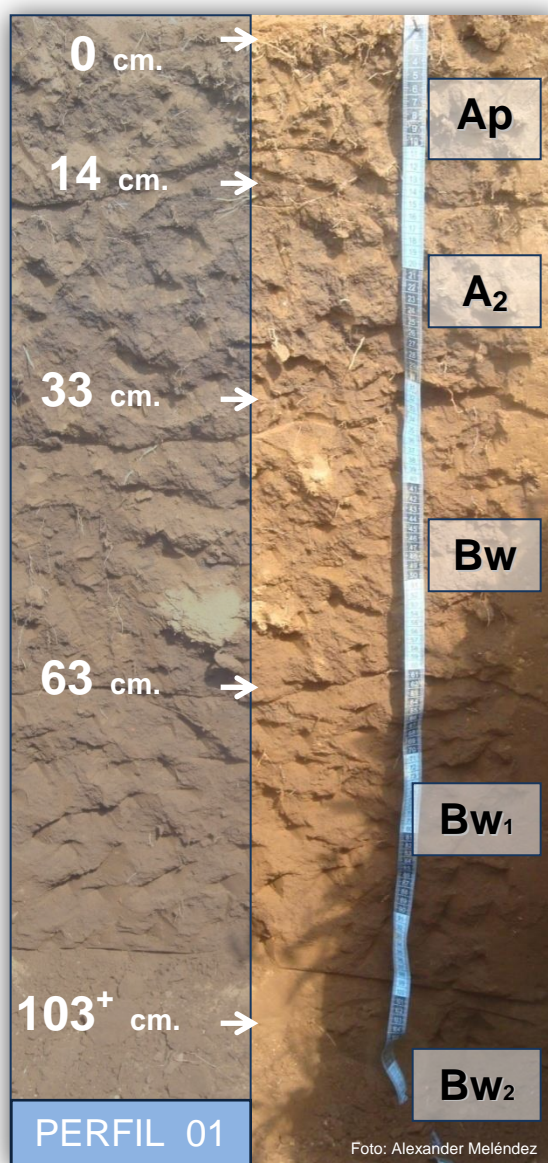
- . – Material de partida : Ceniza Volcánica
- . – Drenaje : Bien drenado
- . – Condición del perfil : Húmedo



<i>Ap 0 a 14 cm.</i>	color oscuro (10YR 2/1), textura franco arcilloso, estructura bloques sub-angulares medio; fracción de macro poros y mezo poros; abundantes raíces finas; consistencia húmeda friable; limite gradual ondulado; cuantiosa presencia de vidrio volcánico.
<i>A₂ 14 a 33 cm.</i>	color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco arcilloso, estructura bloques sub-angulares finos; fracción de mezo poros y abundantes micro poros; frecuentes raíces finas; consistencia húmeda ligeramente firme; limite neto ondulado.
<i>Bw₁ 33 a 63 cm.</i>	color café oscuro (10YR 3/3), textura franco, estructura bloques angulares grandes; abundantes mezo poros y micro poros; pocas raíces finas; consistencia húmeda friable; limite difuso ondulado.
<i>Bw₂ 63 a 103 cm.</i>	color café oscuro (10YR 3/3), textura franco arcilloso; estructura bloques angulares débil; fracción de mezo poros; pocas raíces; consistencia húmeda friable; limite difuso ondulado.
<i>Bw₃ 103⁺ cm.</i>	color café amarillento oscuro (10YR 3/4); textura franco, estructura bloques angulares y sub-angulares finos débil; macro poros y mezo poros; de consistencia friable.



FIGURA 13.0 – Descripción Perfil 01, CDT Santa Rosa.



FUENTE. – Propia.



4.9.2 INFORMACIÓN DEL SITIO DE LA MUESTRA DEL PERFIL 02

- . – Fecha de la observación : 07 de Febrero 2010
- . – Observación realizada por : Ing. Agr. Ignacio López
Br. Alexander Javier Meléndez
- . – Clasificación Taxonómica
- USDA : Mollic Eutrandept
- FAO : Andosol Cámbico
- . – Ubicación del Perfil : De La Caseta de Bombeo 230 mt.
al sur, 360 mt. al Este
- . – Ubicación geográfica : 12°07'57.04" N, 86°10'39.78" W
- . – Catastro Recursos Naturales, 1971
- : Sabana Grande (SG)
- . – Uso de la tierra : Gramíneas
- . – Pendiente del Perfil : 0 – 1.5 %
- . – Clima : Tropical Seco

4.9.2.1 Información General del Suelo

- . – Material de partida : Ceniza Volcánica
- . – Drenaje : Bien drenado
- . – Condición del perfil : Húmedo

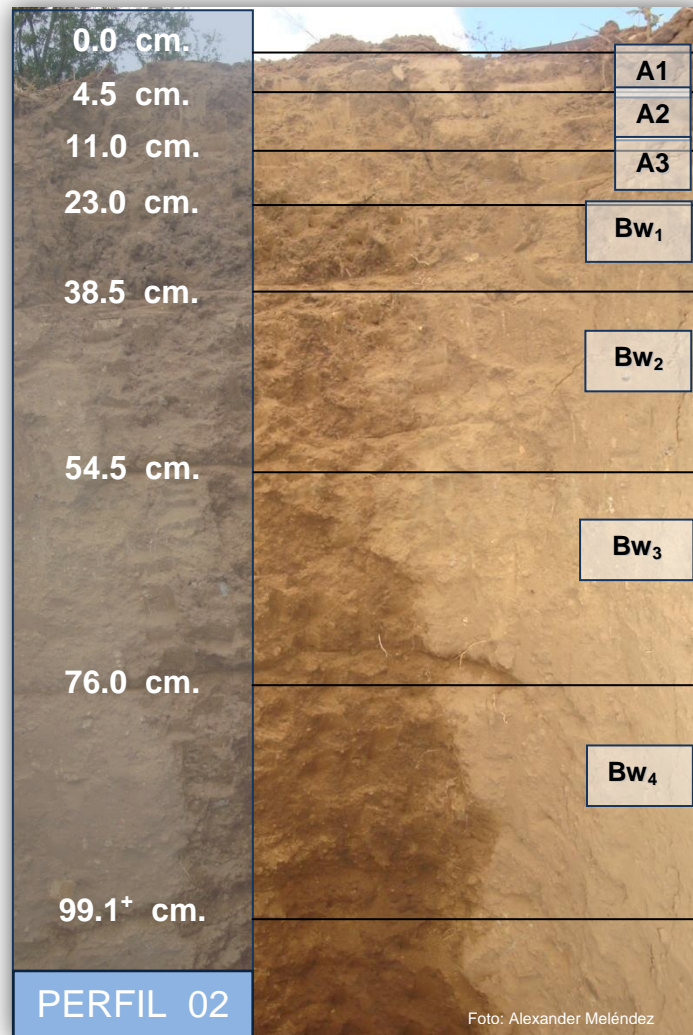


<i>A₁</i> 0.0 a 4.5 cm.	Este suelo se encuentra removido; color Pardo Oscuro 10YR 4/3 (SECO) pardo grisáceo muy oscuro 10YR 3/2 (HUMEDO), textura arcilloso limoso a Franco arcillo limoso, estructura bloques sub-angulares finos a granular fino medio; fracción de poros muy pocos y finos; en este horizonte se encuentra concentrada las raíces finas.
<i>A₂</i> 4.5 a 11.0 cm.	color pardo amarillento oscuro 10YR 4/4 (SECO) pardo oscuro 7.5 YR 3/2 (HUMEDO), textura arcilloso limoso, estructura bloques sub-angulares muy finos a grueso moderado; fracción poros muy pocos y finos; pocas raíces finas.
<i>A₃</i> 11.0 a 23.0 cm.	color pardo amarillento oscuro 10YR 4/4 (SECO) pardo oscuro 7.5YR 3/2 (HUMEDO), textura arcilloso limoso, estructura bloques angulares muy finos a grueso moderado; poros muy finos y comunes; pocas raíces finas.
<i>Bw₁</i> 23.0 a 38.5 cm.	color pardo amarillento oscuro 10YR 4/4 (SECO) pardo oscuro 7.5YR 3/3 (HUMEDO), textura franco arcilloso; estructura masivo débil sin líneas de separación; fracción de poros comunes finos a muy finos; pocas raíces finas.
<i>Bw₂</i> 38.5 a 54.5 cm.	color café amarillento oscuro (10YR 3/4); textura franco, estructura bloques angulares y sub-angulares finos débil; macro poros y mezo poros; de consistencia friable.



- Bw₃* 54.5 a 76.0 cm. color café oliva claro 2.5Y 5/4 (SECO); café amarillento oscuro 10YR 3/4 (HUMEDO). Textura franco arcilloso, estructura masiva sin líneas de separación o rocoso sub – angular de fino a grueso débil, poros comunes y finos.
- Bw₄* 76.0 a 99.1 cm. color café oliva 2.5Y 4/4 (SECO); color café 10YR 4/3 (HUMEDO), textura franco arcilloso, estructura bloques sub – angulares medio débil, poros medios a muy finos.

FIGURA 14.0 – Descripción Perfil 02, CDT Santa Rosa.



FUENTE. – Propia



4.10.0 RESULTADOS OBTENIDOS DE LA VELOCIDAD DE INFILTRACION DE LOS SUELOS DEL CDT SANTA ROSA

LOTE	CILINDRO	ECUACIÓN CARACTERÍSTICA	INFILTRACIÓN [cm/hr]	EVALUACIÓN
LE 01	C – 01	$y = 15.028 t^{-0.348}$	2.05	Moderada
	C – 02	$y = 12.985 t^{-0.345}$	1.82	Moderadamente Lenta
	C – 03	$y = 27.903 t^{-0.397}$	2.97	Moderada
LE 02	C – 01	$y = 10.284 t^{-0.410}$	1.00	Moderadamente Lenta
	C – 02	$y = 30.534 t^{-0.554}$	1.23	Moderadamente Lenta
	C – 03	$y = 17.367 t^{-0.401}$	1.71	Moderadamente Lenta
LE 03	C – 01	$y = 19.736 t^{-0.383}$	2.20	Moderada
	C – 02	$y = 19.370 t^{-0.269}$	1.94	Moderadamente Lenta
	C – 03	$y = 36.521 t^{-0.447}$	2.75	Moderada

TABLA 21.0 – Velocidad de Infiltración.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos de los Infiltrómetros, los suelos del CDT Santa Rosa son evaluados como Infiltración Moderadamente Lenta a Moderada.

Por otro lado los Suelos Francos, sus posibilidades de infiltración son caracterizadas de un valor intermedio, que corresponden a la clase textural predominante en el CDT Santa Rosa. (Ver **TABLA 9.0**).

De acuerdo a esto, el establecimiento de un sistema de riego estará delimitado por una lamina de agua pequeñas que no permita el encharque del agua.



CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



5.1.0 CONCLUSIONES

- ✓ Se determinaron las principales características Edafoclimáticas e hidro – físicas de los suelos del CDT Santa Rosa, con la finalidad de obtener elementos necesarios para el diseño de un sistema de riego que se adecue a las condiciones naturales de suelo – climas predominantes en el Campo Experimental, y este a su vez sirva de referencia para la localidad de Sabana Grande.
- ✓ Para la textura de los Suelos del CDT Santa Rosa, en el Lote Experimental 1 (LE 01) los primeros 30 cm. de profundidad, la clase textural es **franco arcillo limoso**; de los 30 cm. a los 90 cm. la clase textural es un suelo franco. Seguidamente para el Lote Experimental 2 (LE 02) reflejo una clase textural **franco** de 0 – 90 cm. de profundidad. Información que concuerda con el ensayo de Laboratorio así como en la descripción de los Perfiles.
- ✓ Los Suelos de Sabana Grande son predominantemente francos a francos arcillo arenoso, en correspondencia al orden Inseptisol; descrito en la Serie Sabana Grande en el Levantamiento de Suelos de la zona del Pacífico realizado por Catastro Recursos Naturales (1971).
- ✓ Se determino la Densidad Aparente para todos los Lotes (LE 01, LE 02, LE 03) con el método del Cilindro (Volumen Conocido), cada 10 cm. hasta una profundidad de 90 cm. Obteniéndose un rango de valores comprendidos entre **0.9 – 1.2 gr/cm^3** valor característico para la clase textural de estos suelos (suelos francos).
- ✓ Se determino la Densidad Real en los tres Lotes Experimentales (LE 01, LE 02, LE 03) con el método del Picnómetro, cada 30 cm. hasta una profundidad de 90 cm. Resultando un rango de valores entre **2.46 – 2.64 gr/cm^3** .



- ✓ Se Calculo la Porosidad a partir de los valores obtenidos de las Densidades Aparentes y Reales de los Lotes correspondientes. Obteniéndose un porcentaje comprendido entre **52.56 – 60.47**.
- ✓ Se determinó la Capacidad de Campo y Punto de Marchitez Permanente por el método de la Olla de Presión para las parcelas experimentales a cada 30 cm. hasta una profundidad de 90 cm. obteniéndose porcentajes **22.88 – 34.29** y **17.24 – 24.31** respectivamente.
- ✓ Se definió el Limite Productivo como la diferencia existente entre la Capacidad de Campo y el Punto de Marchitez Permanente, obteniéndose un rango comprendido entre **3.02 – 16.32** Porcientos correspondientemente
- ✓ Se realizó el ensayo con los Cilindros Infiltrómetros en el Campo Experimental Santa Rosa, reflejando un rango comprendido entre **1.00 – 2.97 cm/hr**, estos valores son característicos para los Inceptisoles, orden de suelo característico de la zona de Sabana Grande.
- ✓ Se calculo la Evapotranspiración de Referencia a través de la plantilla de cálculo CROPWAT v8.0, utilizando el método de PENMAN – MONTEITH, estableciéndose en Evapotranspiración de Referencia Promedio Mensual con valores entre 3 – 5 mm. y Evapotranspiración de Referencia Promedio Anual con un valor de 4.20 mm. por año



5.2.0 RECOMENDACIONES

- ✓ Debe efectuarse una evaluación del sistema de riego existente en el CDT Santa Rosa, con la finalidad de valorar la eficiencia del riego, y la lamina neta agua necesaria a aplicar ya que se cuenta con los datos necesarios para el cálculo de la misma.
- ✓ Realizar análisis de laboratorio de suelos completo, reflejándose los macro elementos, micro elementos, conductividad eléctrica y pH de los suelos y agua del CDT Santa Rosa, de forma que se pueda contar con una base de referencia completa actualizada para los suelos de Sabana Grande.
- ✓ No se recomienda las actividades de laboreo intensivo, ya que estos suelos por su naturaleza de origen volcánicos (cenizas) presenta densidades aparente muy bajas a medias, esto provocaría una compactación de los horizontes de los suelos del CDT Santa Rosa, dando lugar a la formación de un pie de arado, limitando la exploración radicular.
- ✓ Es necesario evaluar si los cultivos actualmente en explotación se ajustan a las características físicas e hídricas determinadas en el estudio, de lo contrario será necesaria una valoración de que cultivos, en acorde a la zona, se podrán implementar en el CDT Santa Rosa.
- ✓ Los resultados encontrados, son adecuados para la explotación de cultivos con una profundidad radicular no mayor 90 cm. ajustándose estos a los valores de físicos, hídricos y edafo – climáticos de los suelos de Sabana Grande determinados en este estudio.



5.3.0 BIBLIOGRAFIA

LEITÓN SOUBANNIER, JUAN SANTIAGO. *Riego y drenaje. Universidad estatal a distancia. San José Costa Rica. Editorial EUNED 1985.*

J. DOORENBOS, W.O.PRUITT. *Las necesidades de agua de los cultivos. FAO. Roma 1984.*

SALINAS, RODRIGUEZ. *La Evapotranspiración Potencial en Nicaragua. INTA. Nicaragua. INPASA. 1998.*

DIRECCIÓN DE METEOROLOGÍA. *Catalogo De Estaciones Meteorológicas. INETER. Nicaragua. 1998*

R. DUEÑAS GARCÍA. *El riego. Ministerio de Educación Superior. CUBA. Editorial el Pueblo. 1970*

CASTRO, ESPINOZA. *Análisis del manejo del riego por aspersión en el CNIA. UNA. Nicaragua. 1994*

SCHWAB-FREVET-EDMISTER-BARNES. *Ingeniería de conservación de suelos y aguas. Editorial LIMUSA, S.A. 1990.*

TREJO, BARRIOS, TURCIOS Y BARRETO. *Método participativo para identificar y clasificar Indicadores locales de calidad de suelo a nivel de micro cuenca. CIAT-CIID-BID-COSUDE.*

F. ROIZ Y A. BEJARANO. *Metodología de diseño de sistemas de riego por pivote central. UNI. Nicaragua. 1997.*

PREDOMO CAPOTE Y GLAUBER GONZÁLEZ. *Organización y explotación de sistemas de riego y drenaje. 1979.*



MARTÍNEZ PAREDES Y MÉNDEZ MUÑOZ. *Balance Hídrico del suelo en plantaciones de caña de azúcar (Saccharum officinarum) en la finca Toro Blanco perteneciente al Ingenio Monte Rosa. UNI. Nicaragua. 2008.*

VELÁZQUES JUAN. *Caracterización de los recursos hídricos y edáficos de la subcuenca III de la cuenca sur del lago de Managua. UNA. Noviembre, 1999.*

VILLANUEVA ZACAULA. *Los Suelos de la Finca "Las Mercedes" y las propiedades más relevantes para planear su uso y manejo. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. 1990.*

IRWIN MILLER, JHON E. FREUND. *Probabilidad y Estadísticas para Ingenieros Prentice Hall Hispanoamericana. 1986*

LA FERTILIDAD FISICA DEL SUELO Y LA AGRICULTURA ORGÁNICA EN EL TROPICO. *Curso de Post Grado. Universidad Nacional Agraria. Ph D. Pedro Cairo. 1999.*

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS ANALITICOS. *Laboratorio de Suelos y Aguas. Universidad Nacional Agraria. 1ra. Edición. Abril 2005.*

FAO. RIEGO y DRENAGE. EVAPOTRANSPIRACION DEL CULTIVO. *Estudio 56 Roma 2006.*

FAO. GUIA PARA LA DESCRIPCION DE SUELOS. *Roma 2009.*

SOIL SURVEY MANUAL. Fecha descarga 09 mayo 2009. (web site <http://www.ncrs.gov>).

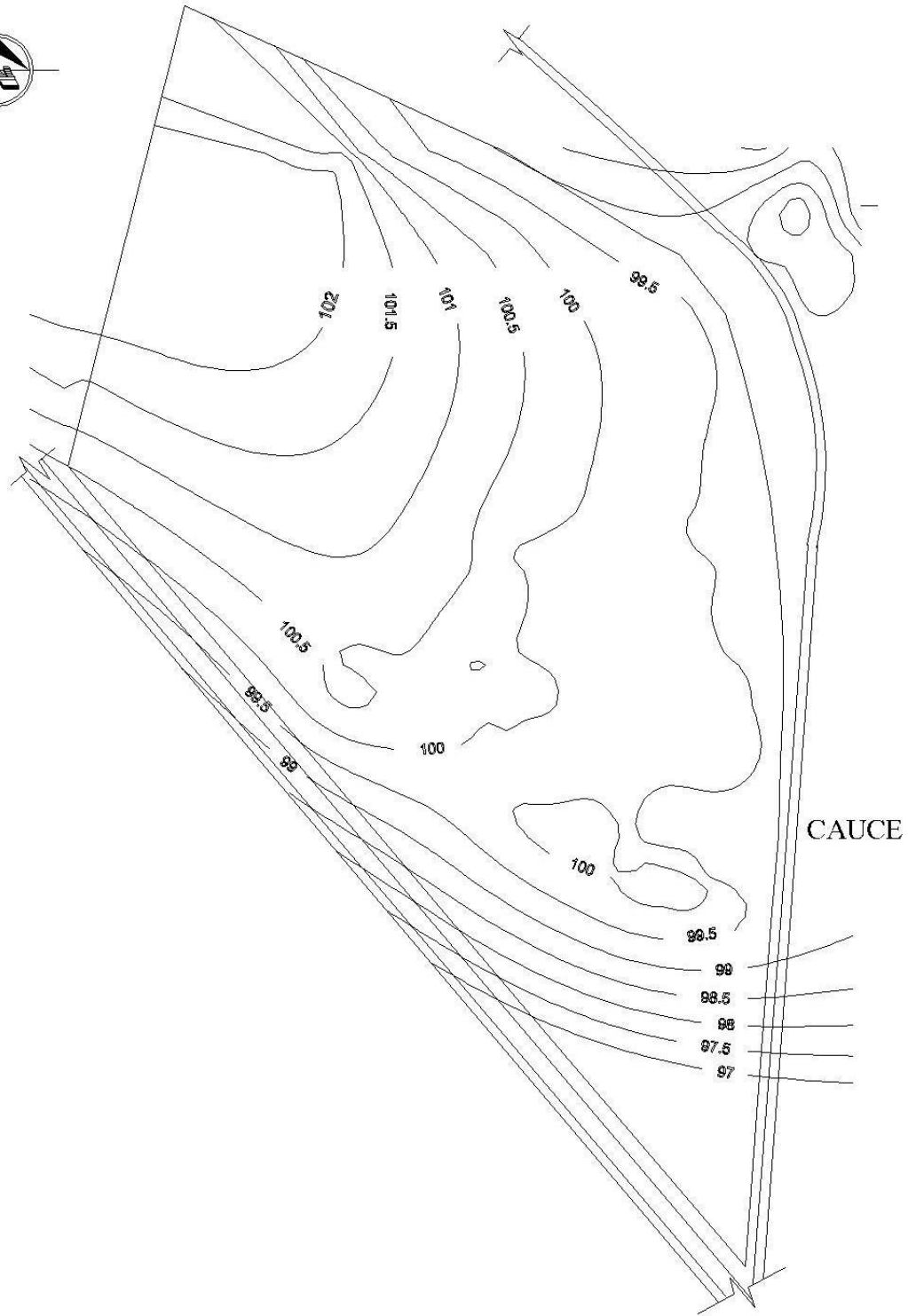
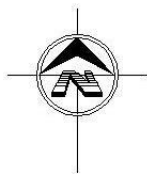
SITIOS WEB VISITADOS – *Buscar Propiedades Físicas e Hídricas de los Suelos*

. – <http://www.siar.com>

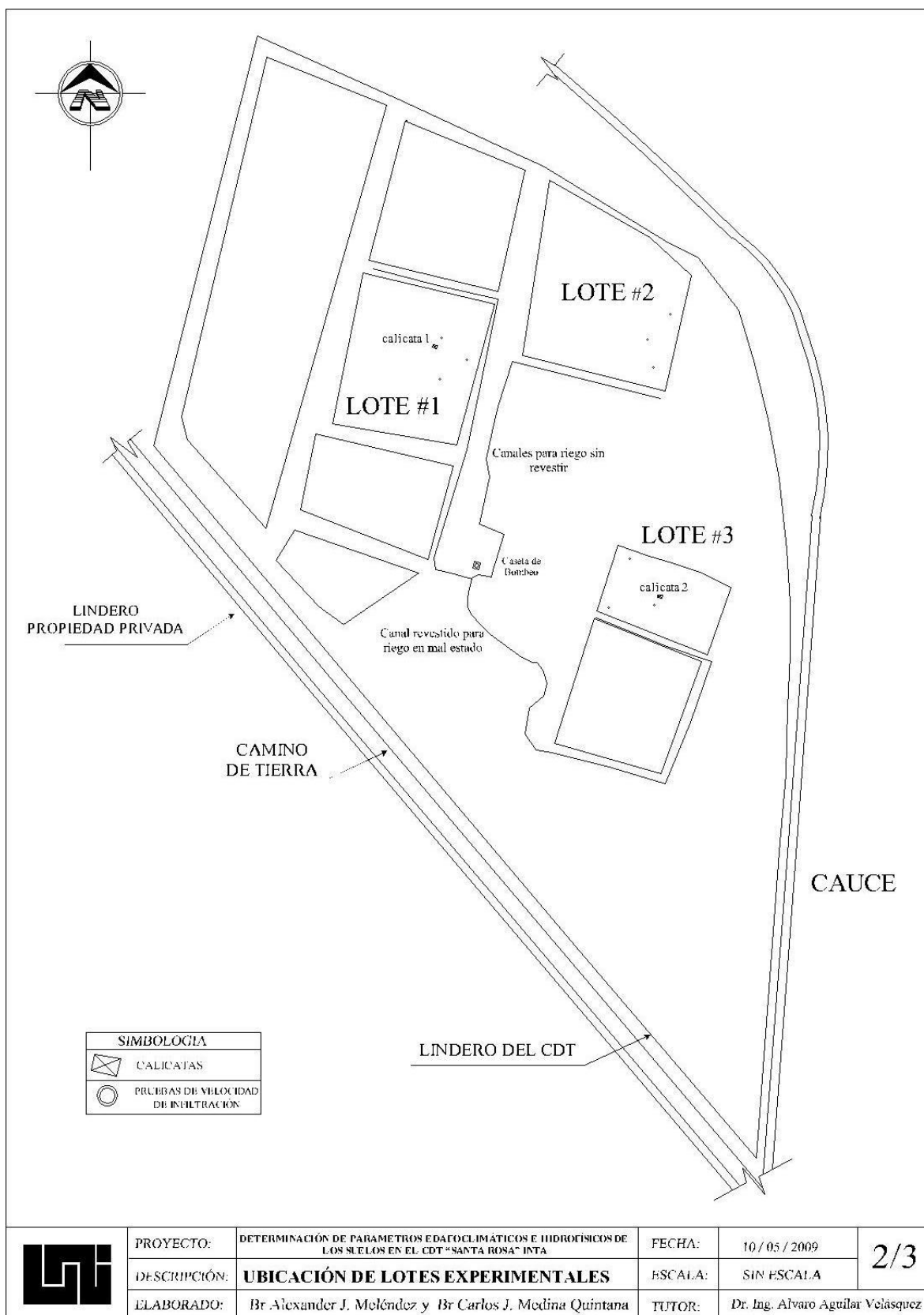
. – <http://www.scribs.com>

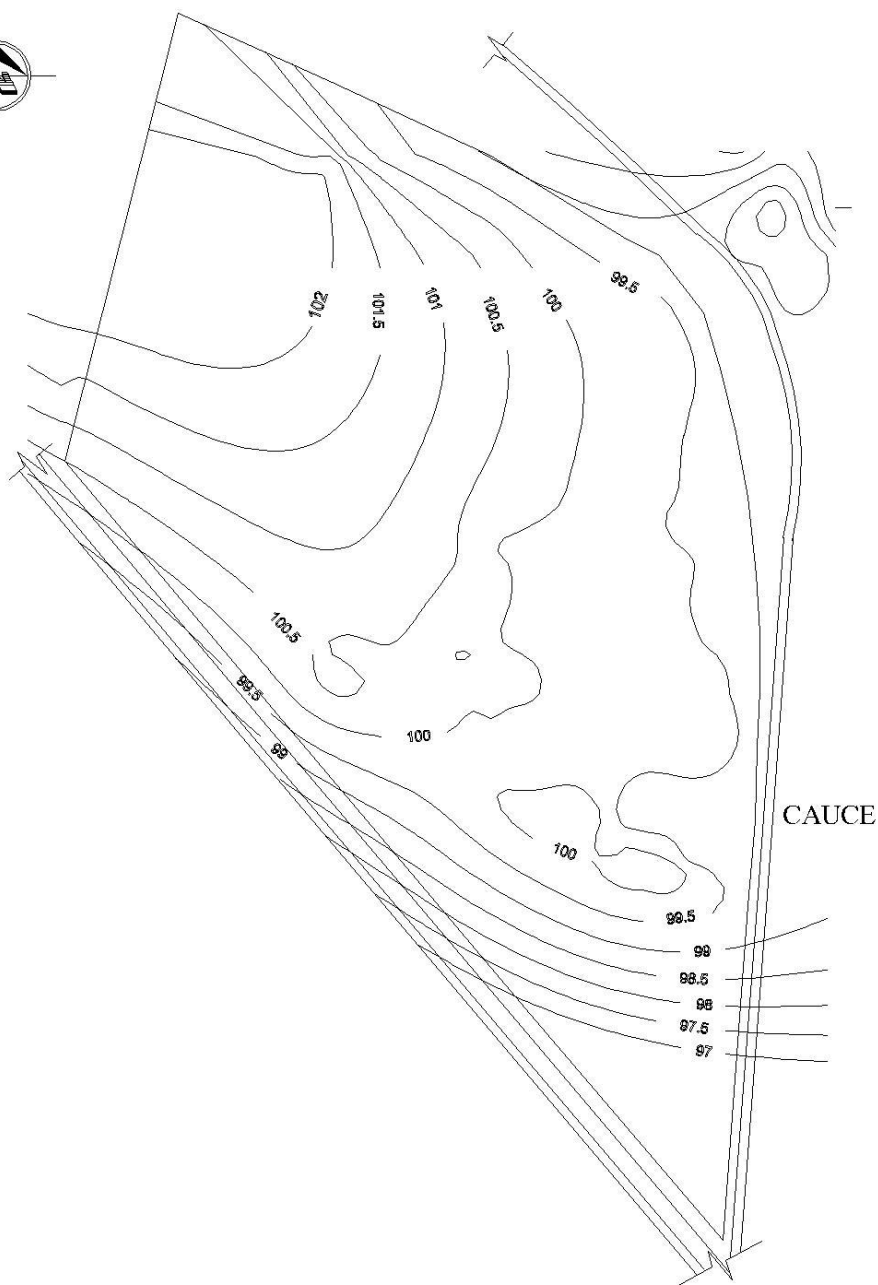
. – <http://www.monografias.com>

. – <http://www.usda.gov>



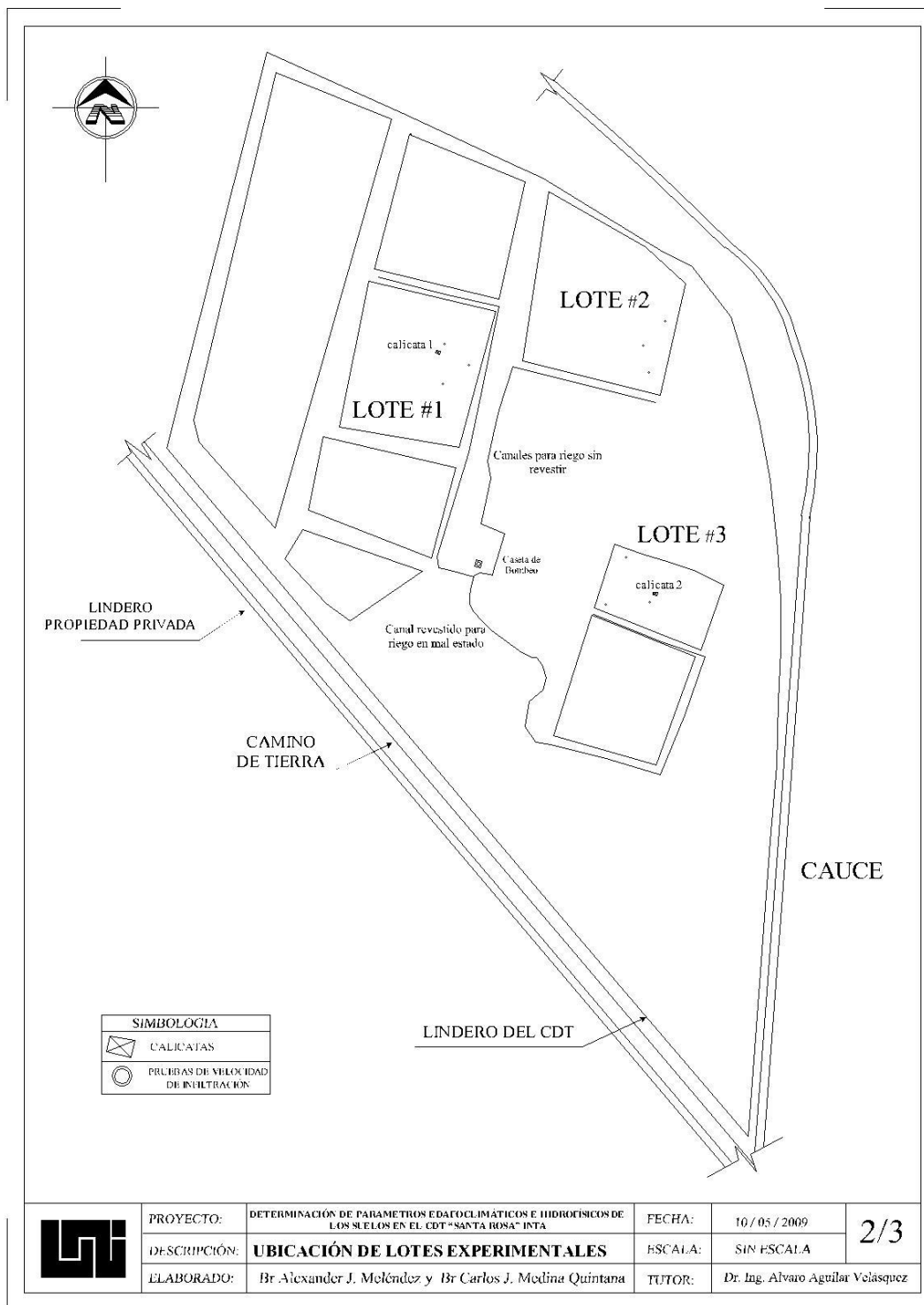
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS EDATOCOLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CDT "SANTA ROSA" INTA	FECHA:	10 / 05 / 2009	1/3
DESCRIPCIÓN:	LEVANTAMIENTO ALTI-PLANIMETRICO	ESCALA:	SIN ESCALA	
ELABORADO:	Br Alexander J. Meléndez y Br Carlos J. Medina Quintana	TUTOR:	Dr. Ing. Alvaro Aguilar Velázquez	

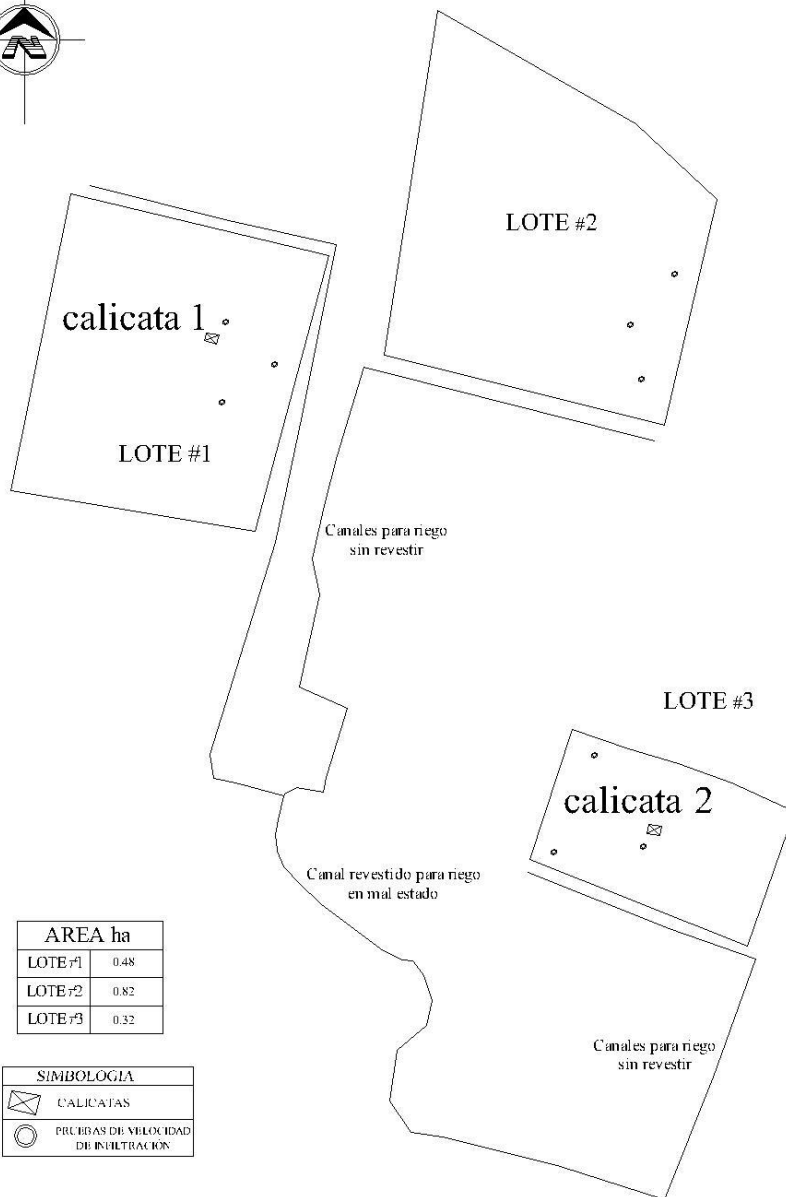




PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS EDACIOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CDT "SANTA ROSA" INTA	FECHA:	10 / 05 / 2009
DESCRIPCIÓN:	LEVANTAMIENTO ALTI-PLANIMETRICO	ESCALA:	SIN ESCALA
ELABORADO:	Br Alexander J. Meléndez y Br Carlos J. Medina Quintana	TUTOR:	Dr. Ing. Alvaro Aguilar Velazquez

1/3





AREA ha	
LOTE #1	0.48
LOTE #2	0.82
LOTE #3	0.32

SIMBOLOGIA	
	CALICATAS
	PRUEBAS DE VELOCIDAD DE INFILTRACION



PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CDT "SANTA ROSA" INTA	FECHA:	10 / 05 / 2009
DESCRIPCIÓN:	UBICACIÓN DE CALICATAS	ESCALA:	SIN ESCALA
ELABORADO:	Br. Alexander J. Meléndez y Br. Carlos J. Medina Quintana	TUTOR:	Dr. Ing. Alvaro Aguilar Velasquez



ANEXOS 1

ANALISIS DE LABORATORIO

MUESTRAS DE SUELOS DEL CDT SANTA ROSA



ANEXOS 2

GRAFICOS



ANEXOS 2.1 – TEXTURA DE LOS SUELOS DEL CDT SANTA ROSA.

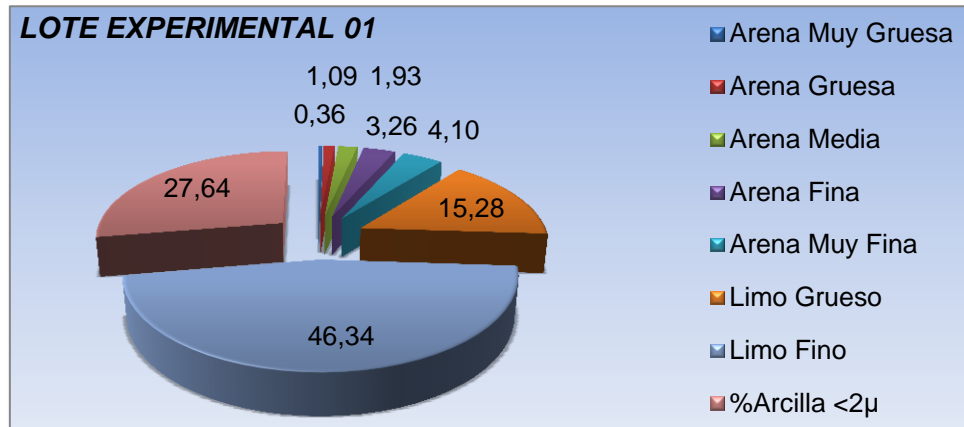


GRAFICO 1.0 – Distribución de las Partículas (Prof. 0 – 30 cm.)

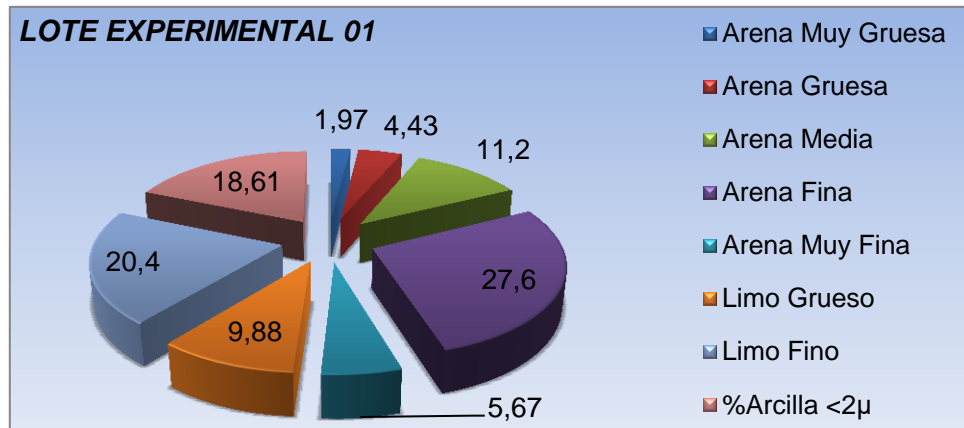


GRAFICO 2.0 – Distribución de las Partículas (Prof. 30 – 60 cm.)

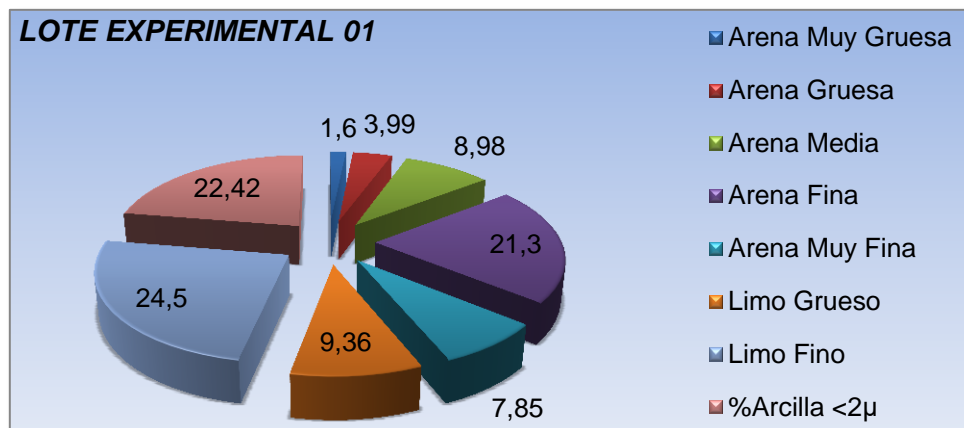


GRAFICO 3.0 – Distribución de las Partículas (Prof. 60 – 90 cm.)

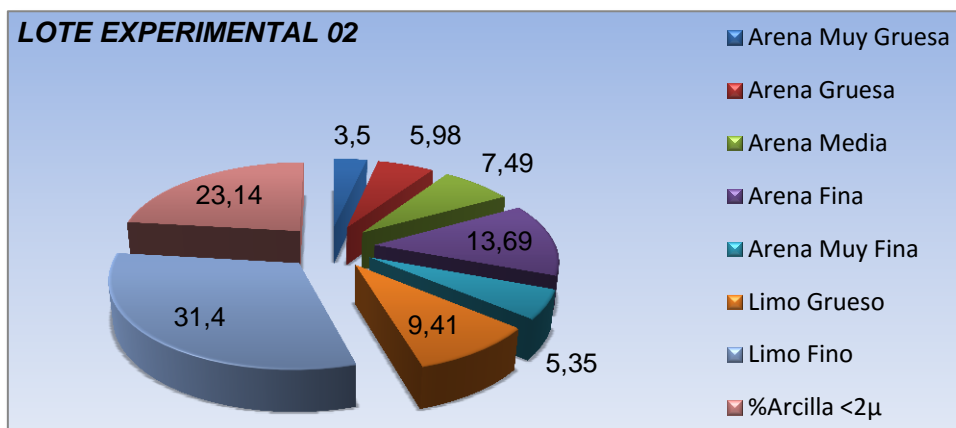


GRAFICO 4.0 – Distribución de las Partículas (Prof. 0 – 30 cm.)

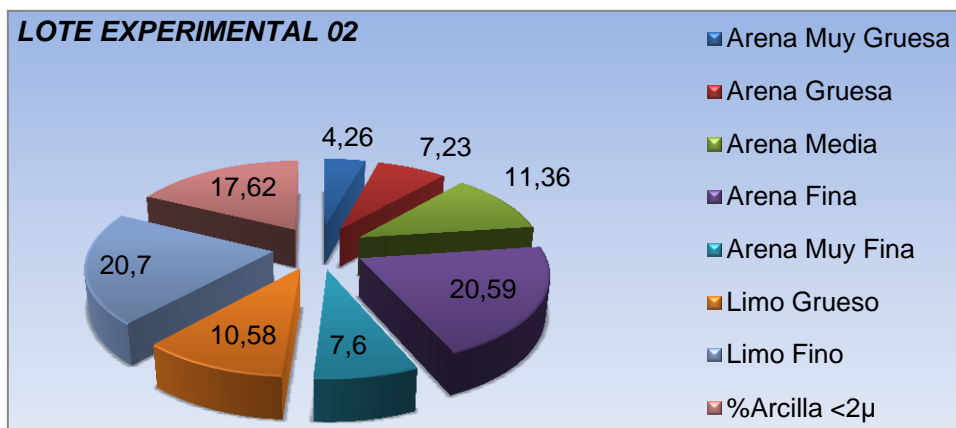


GRAFICO 5.0 – Distribución de las Partículas (Prof. 30 – 60 cm.)

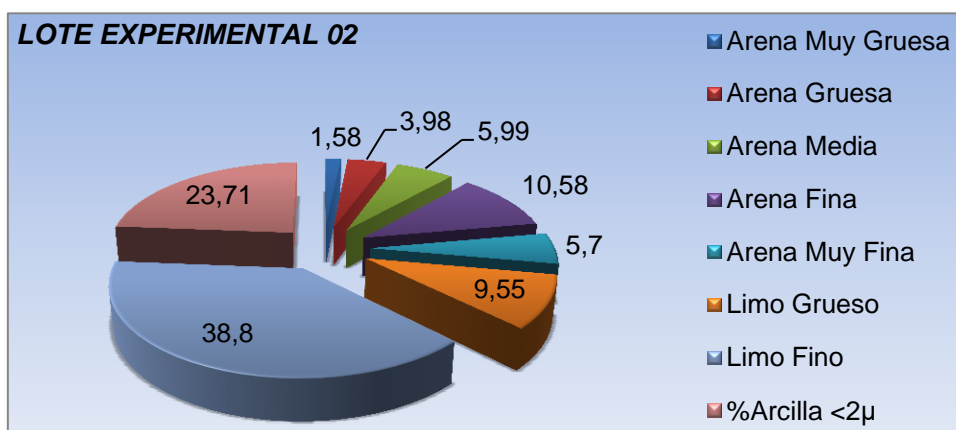


GRAFICO 6.0 – Distribución de las Partículas (Prof. 60 – 90 cm.)

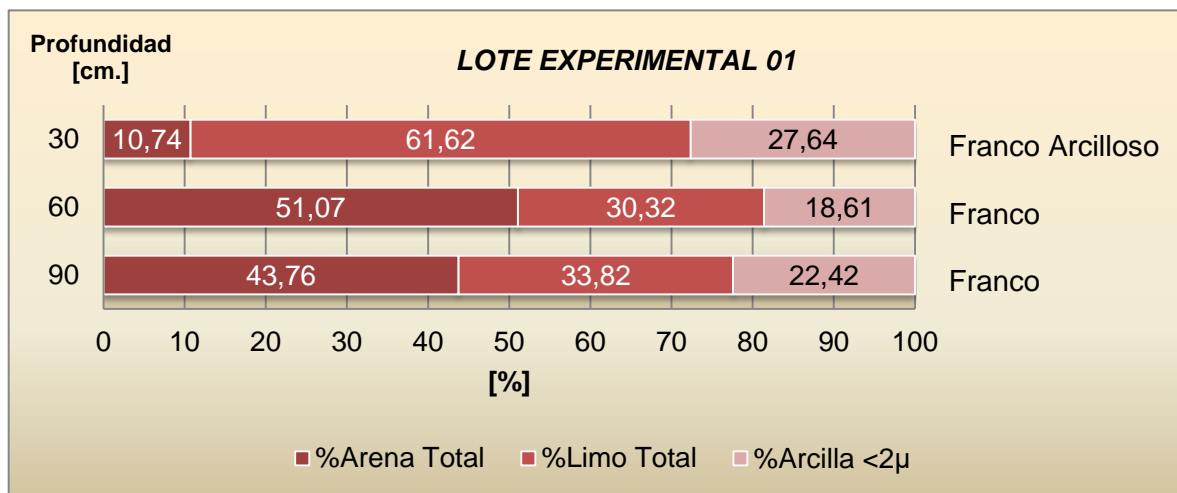


GRAFICO 7.0 – Clasificación Textural.

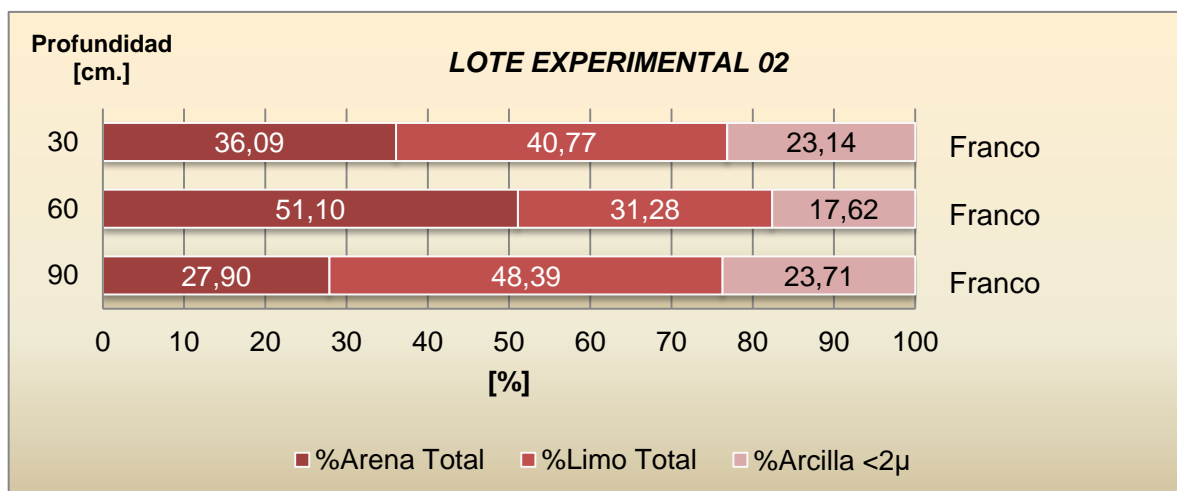


GRAFICO 8.0 – Clasificación Textural.



ANEXOS 2.2 – PROPIEDADES VOLUMÉTRICAS DE LOS SUELOS DEL CDT SANTA ROSA.

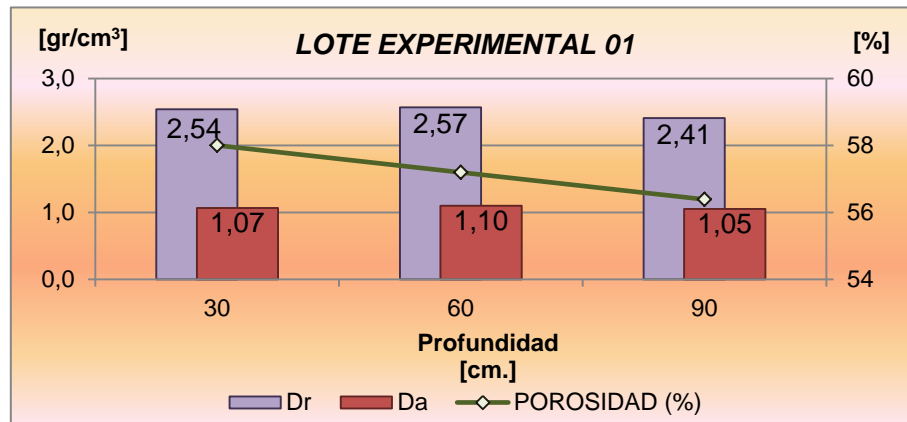


GRAFICO 9.0 – Relaciones Densidad Aparente, Real vs Porosidad.

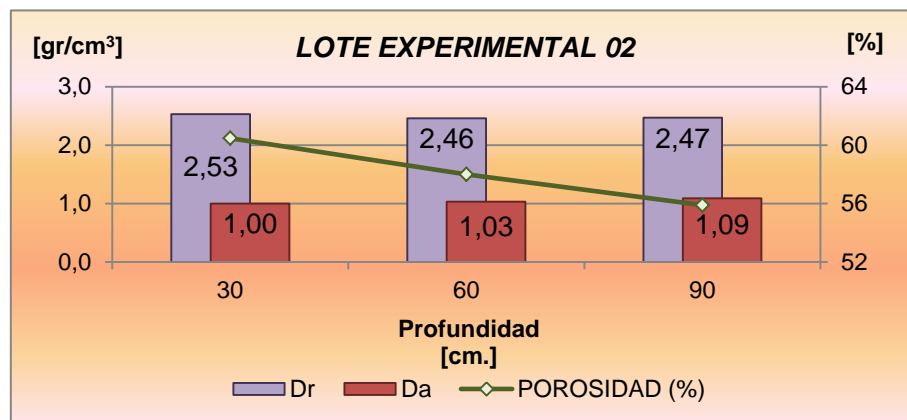


GRAFICO 10.0 – Relaciones Densidad Aparente, Real vs Porosidad.

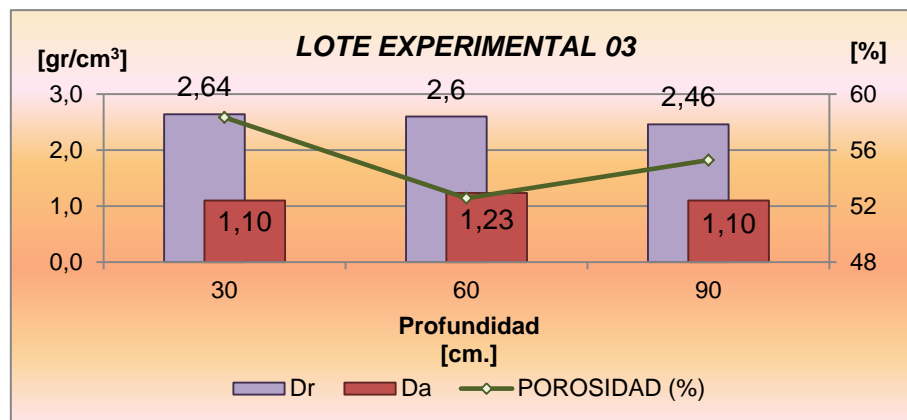


GRAFICO 11.0 – Relaciones Densidad Aparente, Real vs Porosidad.



ANEXOS 2.3 – COEFICIENTES DEL AGUA EN LOS SUELOS DEL CDT SANTA ROSA.

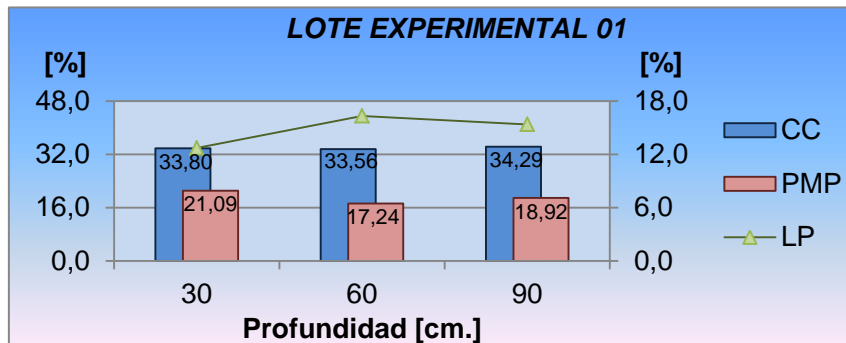


GRAFICO 12.0 – Relaciones Capacidad de Campo, Punto de Marchitez Permanente vs Limite Productivo.

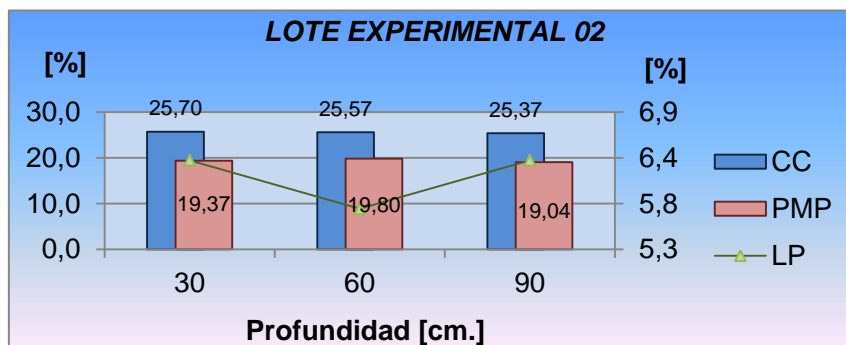


GRAFICO 13.0 – Relaciones Capacidad de Campo, Punto de Marchitez Permanente vs Limite Productivo.

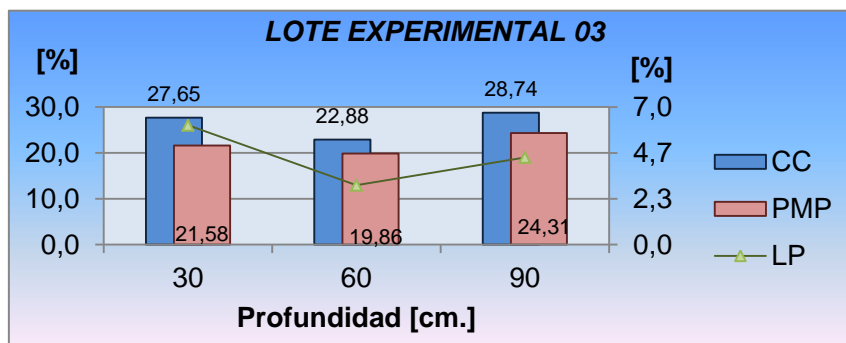


GRAFICO 14.0 – Relaciones Capacidad de Campo, Punto de Marchitez Permanente vs Limite Productivo.



ANEXOS 2.4 – INFILTRACIONES DE CAMPO, CORREGIDA & BÁSICA DE LOS SUELOS DEL CDT SANTA ROSA.

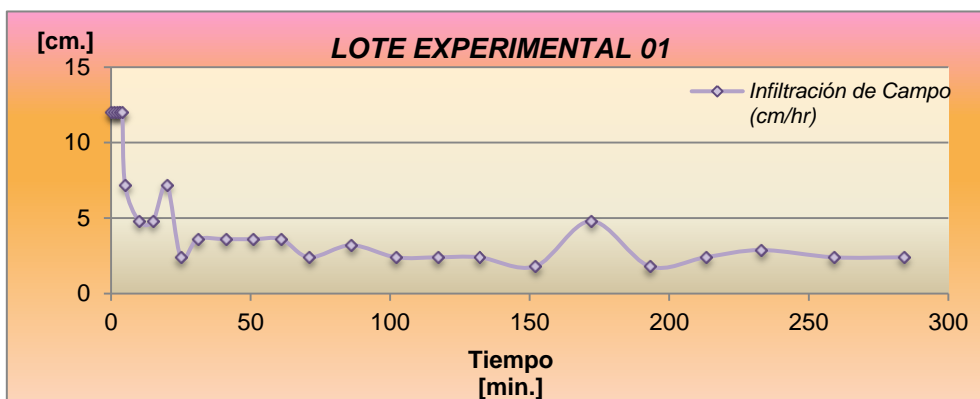


GRAFICO 15.0 – Comportamiento de la Infiltración de Campo (Cilindro – 01).

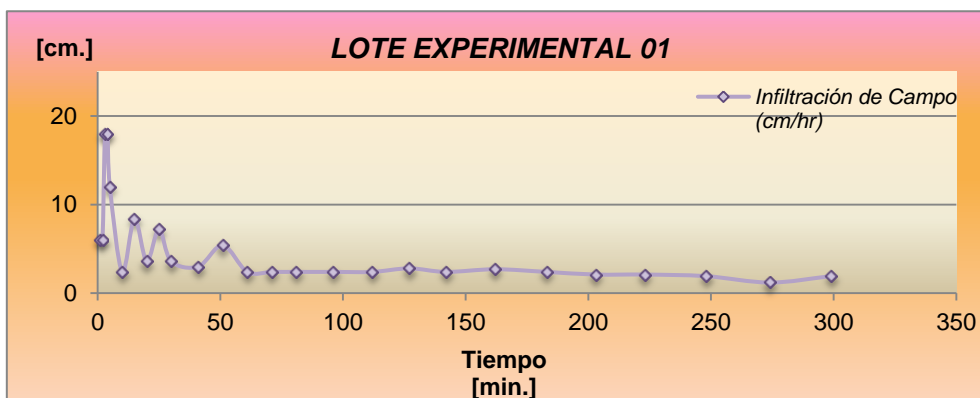


GRAFICO 16.0 – Comportamiento de la Infiltración de Campo (Cilindro – 02).

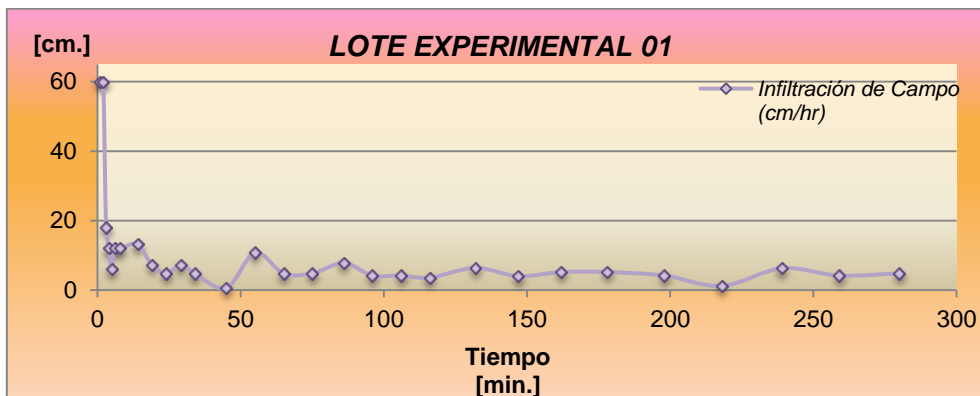


GRAFICO 17.0 – Comportamiento de la Infiltración de Campo (Cilindro – 02).



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS
SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

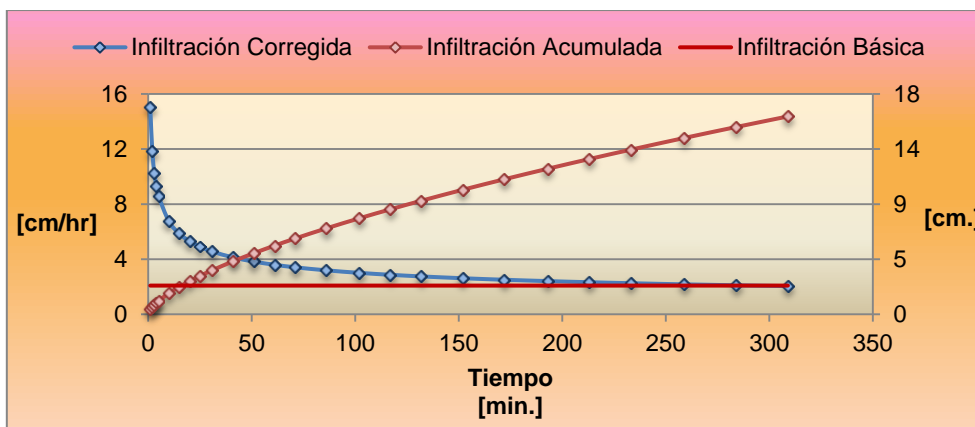


GRAFICO 18.0 – Lote Experimental 01 (Cilindro – 01).

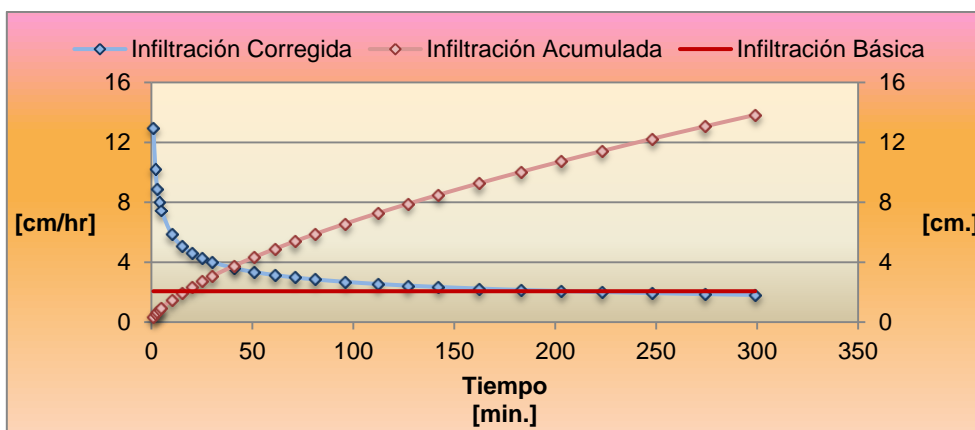


GRAFICO 19.0 – Lote Experimental 01 (Cilindro – 02).

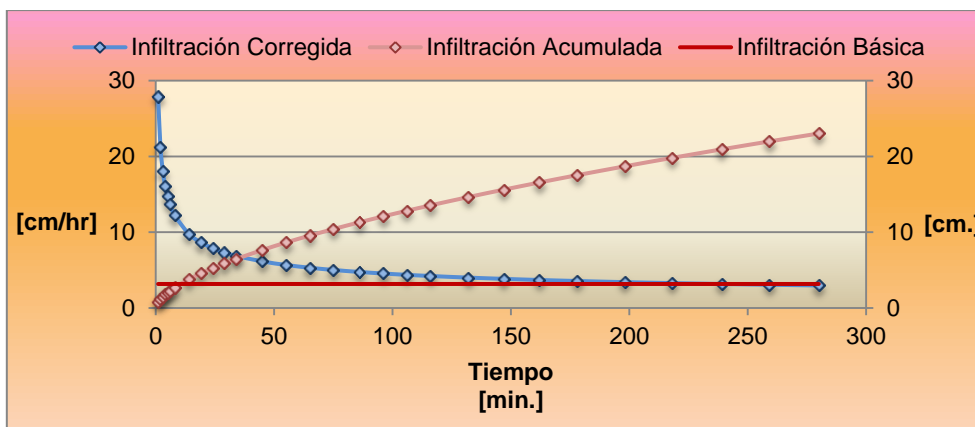


GRAFICO 20.0 – Lote Experimental 01 (Cilindro – 02).

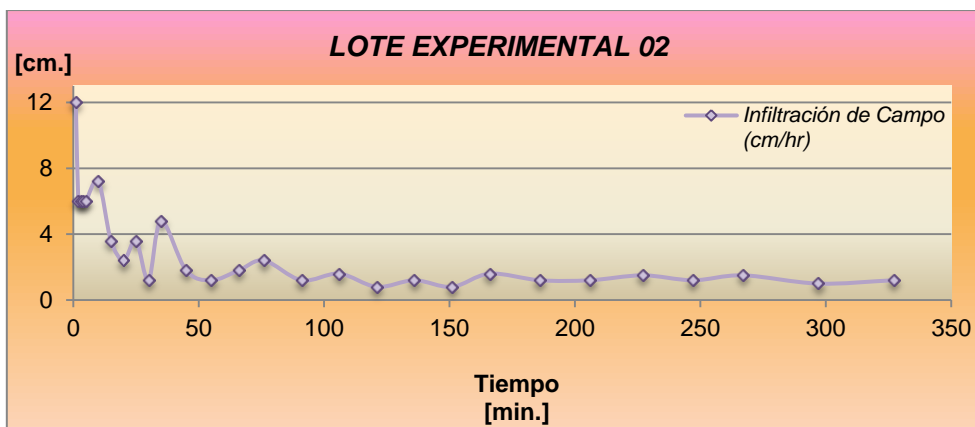


GRAFICO 21.0 – Comportamiento de la Infiltración de Campo (Cilindro – 02).

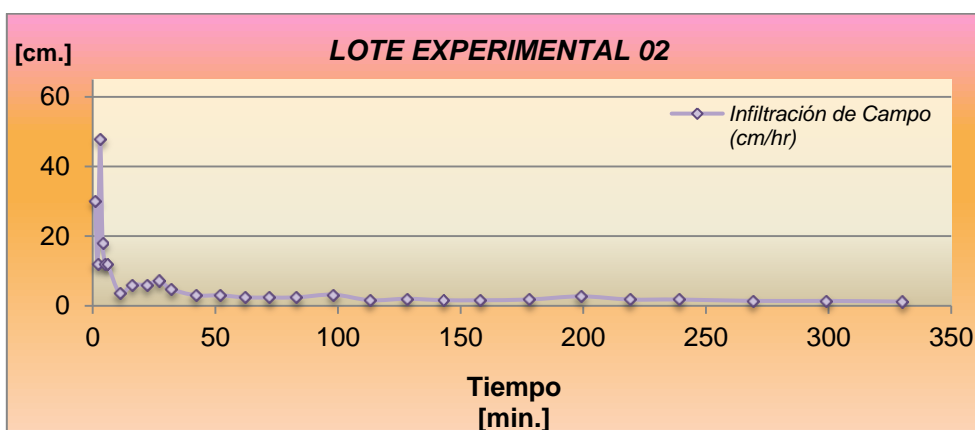


GRAFICO 22.0 – Comportamiento de la Infiltración de Campo (Cilindro – 02).

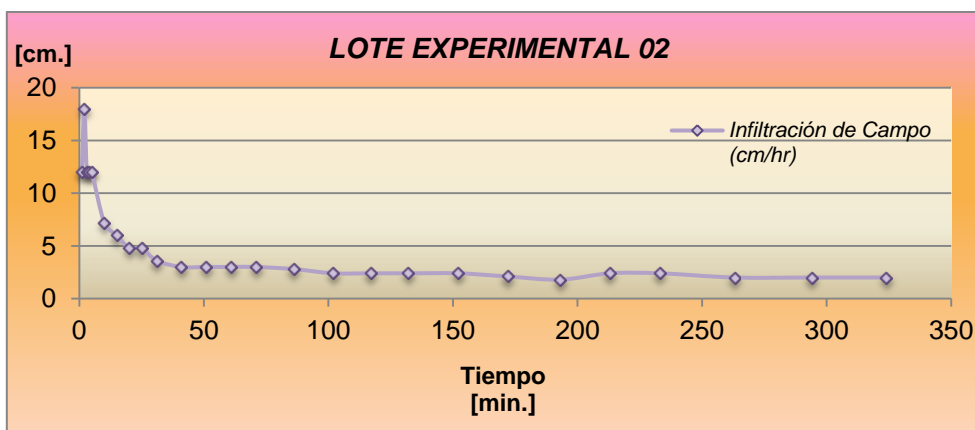


GRAFICO 23.0 – Comportamiento de la Infiltración de Campo (Cilindro – 03).



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

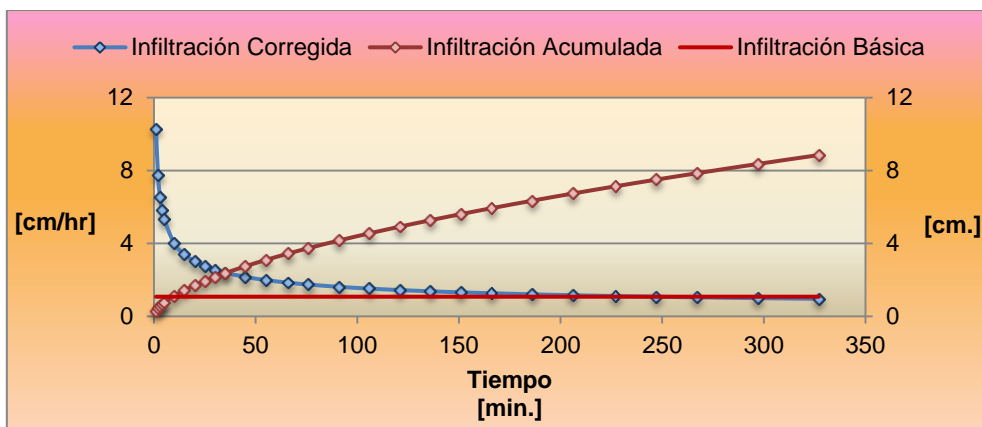


GRAFICO 24.0 – Lote Experimental 02 (Cilindro – 01).

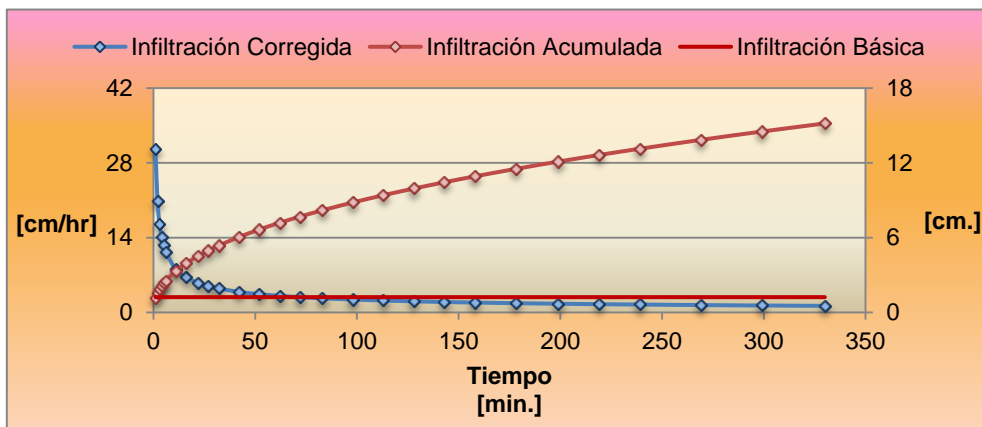


GRAFICO 25.0 – Lote Experimental 02 (Cilindro – 02).

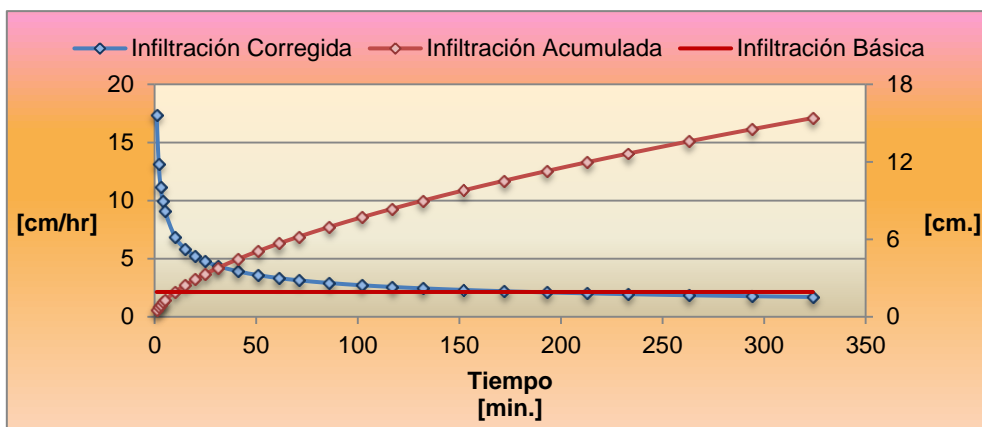


GRAFICO 26.0 – Lote Experimental 02 (Cilindro – 03)



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS
SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO “SANTA ROSA” INTA

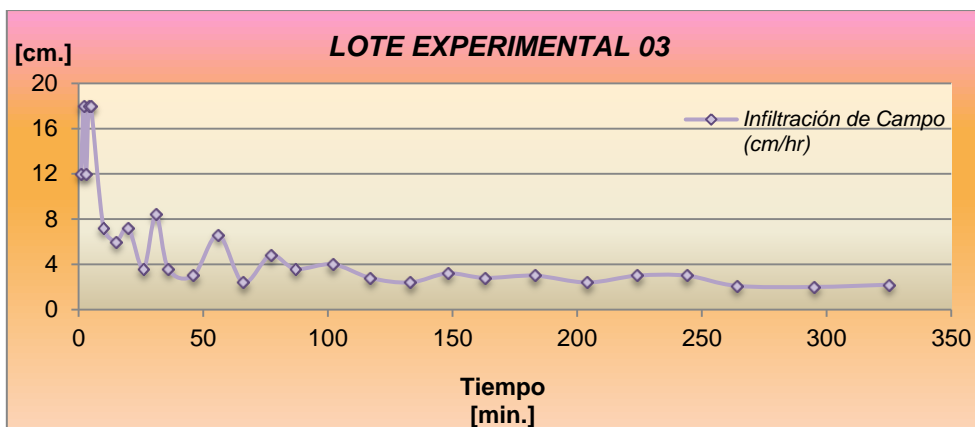


GRAFICO 27.0 – Comportamiento de la Infiltración de Campo (Cilindro – 01).

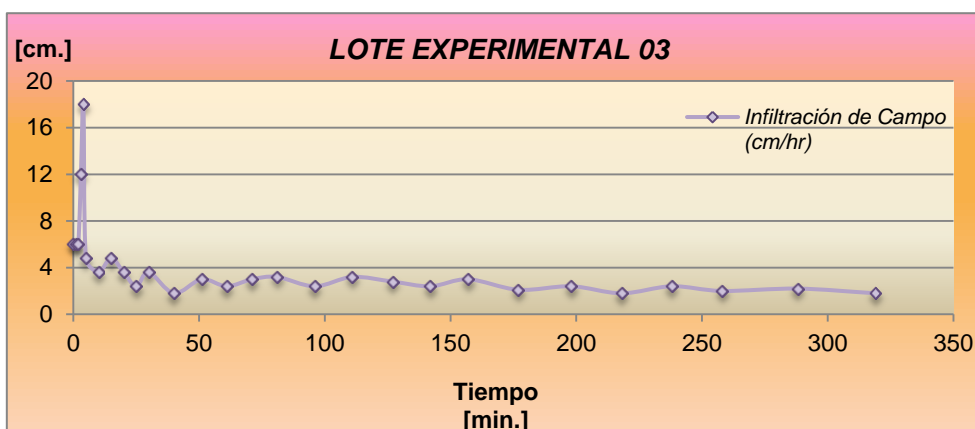


GRAFICO 28.0 – Comportamiento de la Infiltración de Campo (Cilindro – 02).

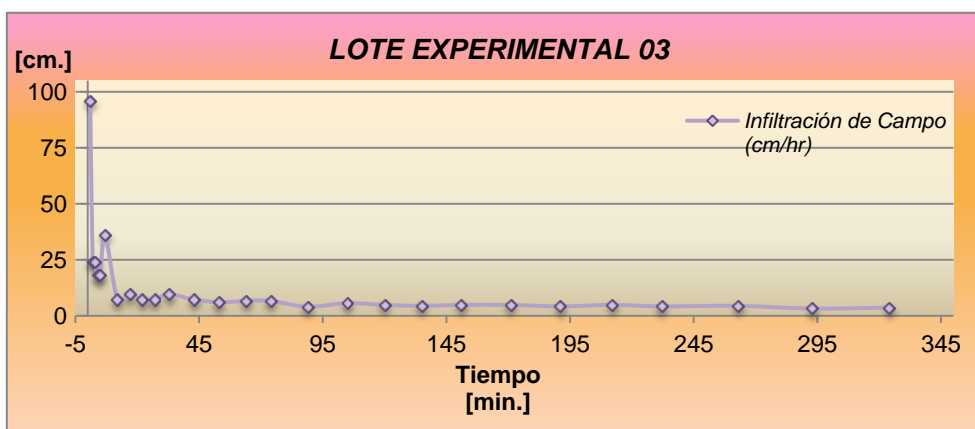


GRAFICO 29.0 – Comportamiento de la Infiltración de Campo (Cilindro – 03).



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS
SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

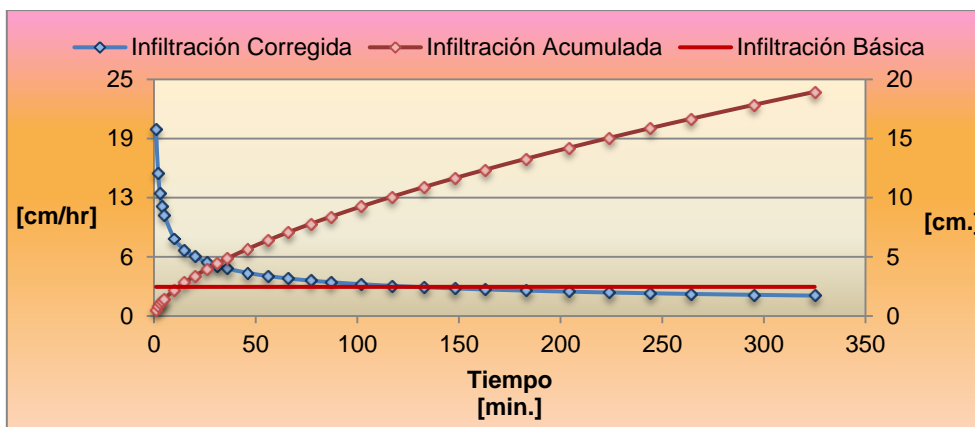


GRAFICO 30.0 – Lote Experimental 03 (Cilindro – 01).

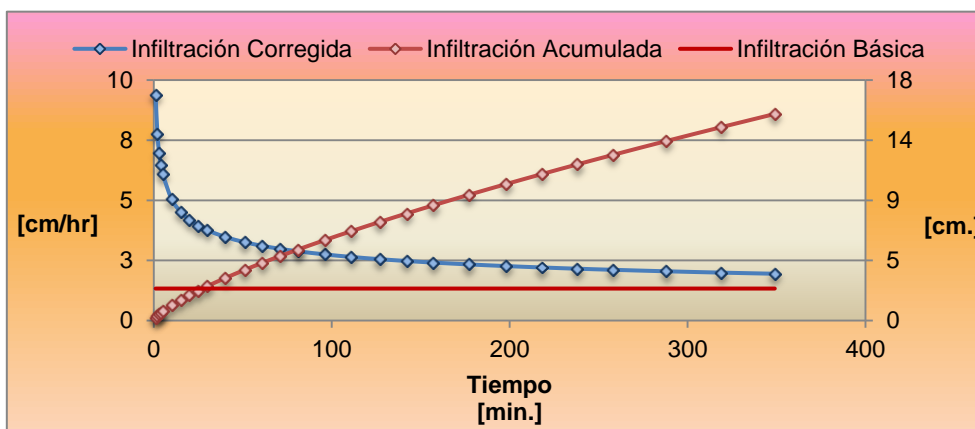


GRAFICO 31.0 – Lote Experimental 03 (Cilindro – 02).

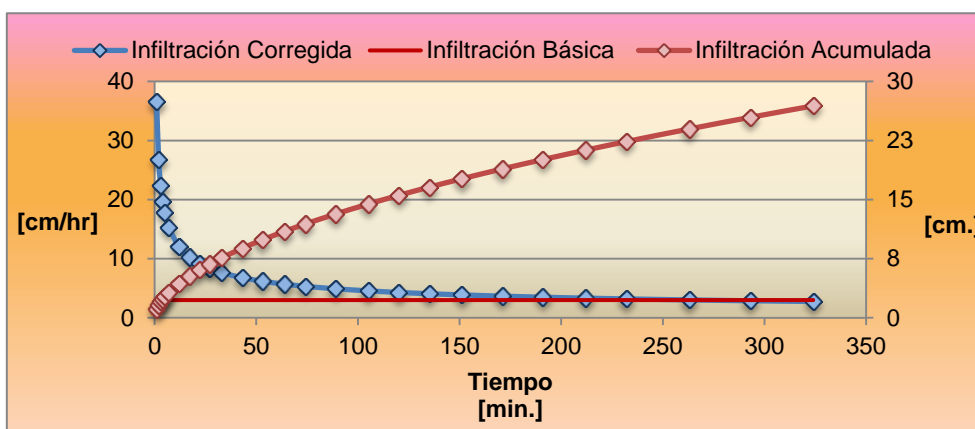


GRAFICO 32.0 – Lote Experimental 03 (Cilindro – 03).



ANEXOS 2.5 – EVAPOTRANSPIRACIONES MENSUAL & ANUAL.

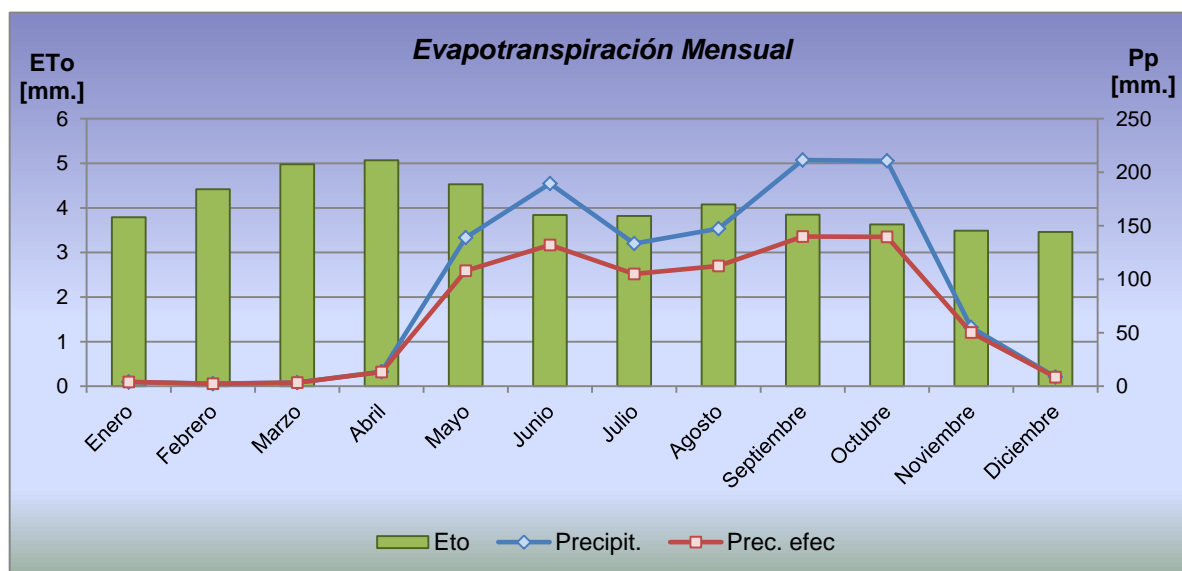


GRAFICO 33.0 – Eto Mensual para la zona de SABANA GRANDE

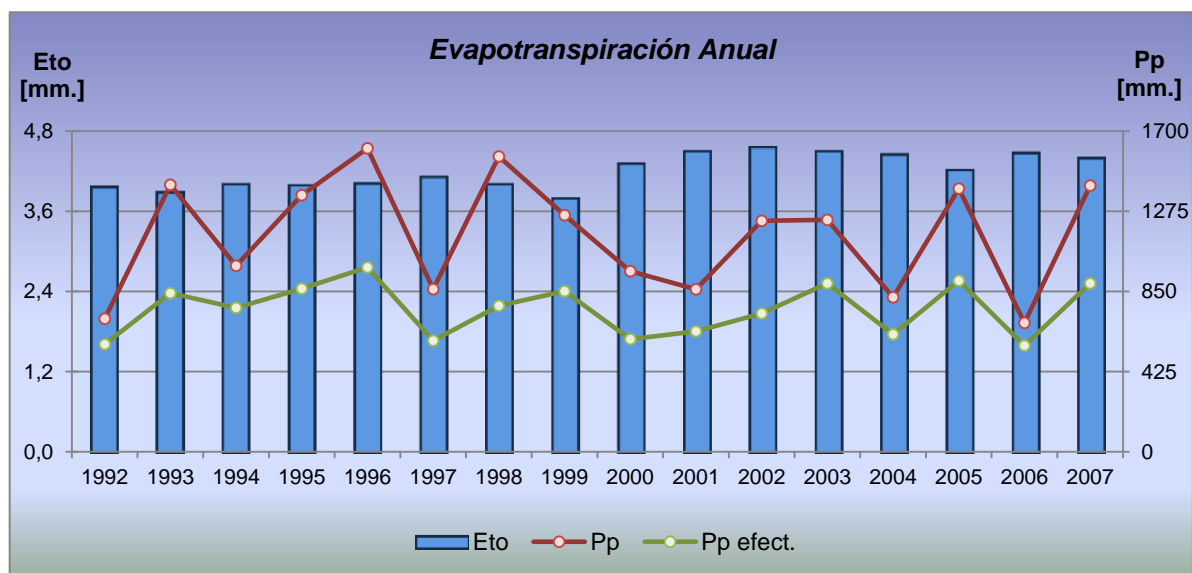


GRAFICO 34.0 – Eto Anual para la zona SABANA GRANDE



ANEXOS 3

TABLAS DE INFILTRACIÓN

CAMPO Y CORREGIDAS



ANEXOS 3.1 TABLAS DE INFILTRACIÓN DE CAMPO

- . – Fecha del Ensayo : 05 de Mayo del 2009.
- . – Ubicación : Lote Experimental 01 – CDT Santa Rosa.
- . – Hora de Inicio : 11:14 AM

Hora de Lectura	Tiempo muerto [min.]	Intervalo Lectura [min.]	Tiempo Acumulado [min.]	Lectura [cm.]	Diferencia Lectura [cm.]	Infiltración [cm/hr]
11:14 AM		0:01:00	000	10,0		
11:15 AM		0:01:00	001	9,0	1,0	60,0
11:16 AM		0:01:00	002	8,0	1,0	60,0
11:17 AM		0:01:00	003	7,7	0,3	18,0
11:18 AM		0:01:00	004	7,5	0,2	12,0
11:19 AM		0:01:00	005	7,4	0,1	6,0
11:20 AM		0:01:00	006	7,2	0,2	12,0
11:21 AM		0:01:00	008	7,0	0,2	12,0
11:22 AM	0:01:00		009	10,0		
11:23 AM		0:05:00	014	8,9	1,1	13,2
11:28 AM		0:05:00	019	8,3	0,6	7,2
11:33 AM		0:05:00	024	7,9	0,4	4,8
11:38 AM		0:05:00	029	7,3	0,6	7,2
11:43 AM		0:05:00	034	6,9	0,4	4,8
11:48 AM	0:01:00		035	10,0		
11:49 AM		0:10:00	045	9,9	0,1	0,6
11:59 AM		0:10:00	055	8,1	1,8	10,8



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

12:09 PM		0:10:00	065	7,3	0,8	4,8
12:19 PM		0:10:00	075	6,5	0,8	4,8
12:29 PM	0:01:00		076	10,0		
12:30 PM		0:10:00	086	8,7	1,3	7,8
12:40 PM		0:10:00	096	8,0	0,7	4,2
12:50 PM		0:10:00	106	7,3	0,7	4,2
01:00 PM		0:10:00	116	6,7	0,6	3,6
01:10 PM	0:01:00		117	10,0		
01:11 PM		0:15:00	132	8,4	1,6	6,4
01:26 PM		0:15:00	147	7,4	1,0	4,0
01:41 PM		0:15:00	162	6,1	1,3	5,2
01:56 PM	0:01:00		163	10,0		
01:57 PM		0:15:00	178	8,7	1,3	5,2
02:12 PM		0:20:00	198	7,3	1,4	4,2
02:32 PM		0:20:00	218	6,9	0,4	1,2
02:52 PM	0:01:00		219	10,0		
02:52 PM		0:20:00	239	7,9	2,1	6,3
03:12 PM		0:20:00	259	6,5	1,4	4,2
03:32 PM	0:01:00		260	10,0		
03:33 PM		0:20:00	280	8,4	1,6	4,8

TABLA 22.0 – Datos Levantados en Campo (Cilindro – 02).



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

- . – Fecha del Ensayo : 06 de Mayo del 2009.
- . – Ubicación : Lote Experimental 01 – CDT Santa Rosa.
- . – Hora de Inicio : 10:28 AM

Hora de Lectura	Tiempo muerto [min.]	Intervalo Lectura [min.]	Tiempo Acumulado [min.]	Lectura [cm.]	Diferencia Lectura [cm.]	Infiltración [cm/hr]
10:28 AM		0:01:00	000	10,0		
10:29 AM		0:01:00	001	9,9	0,1	6,0
10:30 AM		0:01:00	002	9,8	0,1	6,0
10:31 AM		0:01:00	003	9,5	0,3	18,0
10:32 AM		0:01:00	004	9,2	0,3	18,0
10:33 AM		0:01:00	005	9,0	0,2	12,0
10:34 AM		0:05:00	010	8,8	0,2	2,4
10:39 AM		0:05:00	015	8,1	0,7	8,4
10:44 AM		0:05:00	020	7,8	0,3	3,6
10:49 AM		0:05:00	025	7,2	0,6	7,2
10:54 AM		0:05:00	030	6,9	0,3	3,6
10:59 AM	0:01:00		031	10,0		
11:00 AM		0:10:00	041	9,5	0,5	3,0
11:10 AM		0:10:00	051	8,6	0,9	5,4
11:20 AM		0:10:00	061	8,2	0,4	2,4
11:30 AM		0:10:00	071	7,8	0,4	2,4
11:40 AM		0:10:00	081	7,4	0,4	2,4
11:50 AM		0:15:00	096	6,8	0,6	2,4
12:05 PM	0:01:00		097	10,0		



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO “SANTA ROSA” INTA

12:06 PM		0:15:00	112	9,4	0,6	2,4
12:21 PM		0:15:00	127	8,7	0,7	2,8
12:36 PM		0:15:00	142	8,1	0,6	2,4
12:51 PM		0:20:00	162	7,2	0,9	2,7
01:11 PM	0:01:00		163	10,0		
01:12 PM		0:20:00	183	9,2	0,8	2,4
01:32 PM		0:20:00	203	8,5	0,7	2,1
01:52 PM		0:20:00	223	7,8	0,7	2,1
02:12 PM		0:25:00	248	7,0	0,8	1,9
02:37 PM	0:01:00		249	10,0		
02:38 PM		0:25:00	274	9,5	0,5	1,2
03:03 PM		0:25:00	299	8,7	0,8	1,9

TABLA 23.0 – Datos Levantados en Campo (Cilindro – 02).



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

- . – Fecha del Ensayo : 06 de Mayo del 2009.
- . – Ubicación : Lote Experimental 01 – CDT Santa Rosa.
- . – Hora de Inicio : 10:16 AM

Hora de Lectura	Tiempo muerto [min.]	Intervalo Lectura [min.]	Tiempo Acumulado [min.]	Lectura [cm.]	Diferencia Lectura [cm.]	Infiltración [cm/hr]
10:16 AM		0:01:00	000	10,0		
10:17 AM		0:01:00	001	9,8	0,2	12,00
10:18 AM		0:01:00	002	9,6	0,2	12,00
10:19 AM		0:01:00	003	9,4	0,2	12,00
10:20 AM		0:01:00	004	9,2	0,2	12,00
10:21 AM		0:01:00	005	9,0	0,2	12,00
10:22 AM		0:05:00	010	8,4	0,6	7,20
10:27 AM		0:05:00	015	8,0	0,4	4,80
10:32 AM		0:05:00	020	7,6	0,4	4,80
10:37 AM		0:05:00	025	7,0	0,6	7,20
10:42 AM	0:01:00		026	10,0		
10:43 AM		0:05:00	031	9,8	0,2	2,40
10:48 AM		0:10:00	041	9,2	0,6	3,60
10:58 AM		0:10:00	051	8,6	0,6	3,60
11:08 AM		0:10:00	061	8,0	0,6	3,60
11:18 AM		0:10:00	071	7,4	0,6	3,60
11:28 AM		0:15:00	086	6,8	0,6	2,40
11:43 AM	0:01:00		087	10,0		
11:44 AM		0:15:00	102	9,2	0,8	3,20



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO “SANTA ROSA” INTA

11:59 AM		0:15:00	117	8,6	0,6	2,40
12:14 PM		0:15:00	132	8,0	0,6	2,40
12:29 PM		0:20:00	152	7,2	0,8	2,40
12:49 PM		0:20:00	172	6,6	0,6	1,80
01:09 PM	0:01:00		173	10,0		
01:10 PM		0:20:00	193	8,4	1,6	4,80
01:30 PM		0:20:00	213	7,8	0,6	1,80
01:50 PM		0:20:00	233	7,0	0,8	2,40
02:10 PM	0:01:00		234	10,0		
02:11 PM		0:25:00	259	8,8	1,2	2,88
02:36 PM		0:25:00	284	7,8	1,0	2,40
03:01 PM		0:25:00	309	6,8	1,0	2,40

TABLA 24.0 – Datos Levantados en Campo (Cilindro – 03).



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

- . – Fecha del Ensayo : 07 de Mayo del 2009.
- . – Ubicación : Lote Experimental 02 – CDT Santa Rosa.
- . – Hora de Inicio : 08:59 AM

Hora de Lectura	Tiempo muerto [min.]	Intervalo Lectura [min.]	Tiempo Acumulado [min.]	Lectura [cm.]	Diferencia Lectura [cm.]	Infiltración [cm/hr]
08:59 AM		0:01:00	000	10,0		
09:00 AM		0:01:00	001	9,8	0,2	12,0
09:01 AM		0:01:00	002	9,5	0,3	18,0
09:02 AM		0:01:00	003	9,3	0,2	12,0
09:03 AM		0:01:00	004	9,1	0,2	12,0
09:04 AM		0:01:00	005	8,9	0,2	12,0
09:05 AM		0:05:00	010	8,3	0,6	7,2
09:10 AM		0:05:00	015	7,8	0,5	6,0
09:15 AM		0:05:00	020	7,4	0,4	4,8
09:20 AM		0:05:00	025	7,0	0,4	4,8
09:25 AM	0:01:00		026	10,0		
09:26 AM		0:05:00	031	9,7	0,3	3,6
09:31 AM		0:10:00	041	9,2	0,5	3,0
09:41 AM		0:10:00	051	8,7	0,5	3,0
09:51 AM		0:10:00	061	8,2	0,5	3,0
10:01 AM		0:10:00	071	7,7	0,5	3,0
10:11 AM		0:15:00	086	7,0	0,7	2,8
10:26 AM	0:01:00		087	10,0		
10:15 AM		0:15:00	102	9,4	0,6	2,4



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO “SANTA ROSA” INTA

10:30 AM		0:15:00	117	8,8	0,6	2,4
10:45 AM		0:15:00	132	8,2	0,6	2,4
11:00 AM		0:20:00	152	7,4	0,8	2,4
11:20 AM		0:20:00	172	6,7	0,7	2,1
11:40 AM	0:01:00		173	10,0		
11:41 AM		0:20:00	193	9,4	0,6	1,8
12:01 PM		0:20:00	213	8,6	0,8	2,4
12:21 PM		0:20:00	233	7,8	0,8	2,4
12:41 PM		0:30:00	263	6,8	1,0	2,0
01:11 PM	0:01:00		264	10,0		
01:12 PM		0:30:00	294	9,0	1,0	2,0
01:42 PM		0:30:00	324	8,0	1,0	2,0

TABLA 25.0 – Datos Levantados en Campo (Cilindro – 01).



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

- . – Fecha del Ensayo : 07 de Mayo del 2009.
- . – Ubicación : Lote Experimental 02 – CDT Santa Rosa.
- . – Hora de Inicio : 08:59 AM

Hora de Lectura	Tiempo muerto [min.]	Intervalo Lectura [min.]	Tiempo Acumulado [min.]	Lectura [cm.]	Diferencia Lectura [cm.]	Infiltración [cm/hr]
09:07 AM		0:01:00	000	10,0		
09:08 AM		0:01:00	001	9,8	0,2	12,00
09:09 AM		0:01:00	002	9,7	0,1	6,00
09:10 AM		0:01:00	003	9,6	0,1	6,00
09:11 AM		0:01:00	004	9,5	0,1	6,00
09:12 AM		0:01:00	005	9,4	0,1	6,00
09:13 AM		0:05:00	010	8,8	0,6	7,20
09:18 AM		0:05:00	015	8,5	0,3	3,60
09:23 AM		0:05:00	020	8,3	0,2	2,40
09:28 AM		0:05:00	025	8,0	0,3	3,60
09:33 AM		0:05:00	030	7,9	0,1	1,20
09:33 AM		0:05:00	035	7,5	0,4	4,80
09:38 AM		0:10:00	045	7,2	0,3	1,80
09:48 AM		0:10:00	055	7,0	0,2	1,20
09:49 AM	0:01:00		056	10,0		
09:59 AM		0:10:00	066	9,7	0,3	1,80
10:09 AM		0:10:00	076	9,3	0,4	2,40
10:19 AM		0:15:00	091	9,0	0,3	1,20



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

10:34 AM		0:15:00	106	8,6	0,4	1,60
10:49 AM		0:15:00	121	8,4	0,2	0,80
11:04 AM		0:15:00	136	8,1	0,3	1,20
11:19 AM		0:15:00	151	7,9	0,2	0,80
11:34 AM		0:15:00	166	7,5	0,4	1,60
11:49 AM		0:20:00	186	7,1	0,4	1,20
12:09 PM		0:20:00	206	6,7	0,4	1,20
12:10 PM	0:01:00		207	10,0		
12:30 PM		0:20:00	227	9,5	0,5	1,50
12:50 PM		0:20:00	247	9,1	0,4	1,20
01:10 PM		0:20:00	267	8,6	0,5	1,50
01:30 PM		0:30:00	297	8,1	0,5	1,00
02:00 PM		0:30:00	327	7,5	0,6	1,20

TABLA 26.0 – Datos Levantados en Campo (Cilindro – 02).



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

- . – Fecha del Ensayo : 07 de Mayo del 2009.
- . – Ubicación : Lote Experimental 02 – CDT Santa Rosa.
- . – Hora de Inicio : 09:14 AM

Hora de Lectura	Tiempo muerto [min.]	Intervalo Lectura [min.]	Tiempo Acumulado [min.]	Lectura [cm.]	Diferencia Lectura [cm.]	Infiltración [cm/hr]
09:14 AM		0:01:00	000	10,0		
09:15 AM		0:01:00	01	9,5	0,5	30,0
09:16 AM		0:01:00	02	9,3	0,2	12,0
09:17 AM		0:01:00	03	8,5	0,8	48,0
09:18 AM		0:01:00	04	8,2	0,3	18,0
09:19 AM		0:01:00	05	8,0	0,2	12,0
09:20 AM		0:01:00	06	7,8	0,2	12,0
09:21 AM		0:05:00	011	7,5	0,3	3,6
09:26 AM		0:05:00	016	7,0	0,5	6,0
09:31 AM	0:01:00		017	10,0		
09:32 AM		0:05:00	022	9,5	0,5	6,0
09:37 AM		0:05:00	027	8,9	0,6	7,2
09:42 AM		0:05:00	032	8,5	0,4	4,8
09:47 AM		0:10:00	042	8,0	0,5	3,0
09:57 AM		0:10:00	052	7,5	0,5	3,0
10:07 AM		0:10:00	062	7,1	0,4	2,4
10:17 AM		0:10:00	072	6,7	0,4	2,4
10:27 AM	0:01:00		073	10,0		
10:28 AM		0:10:00	083	9,6	0,4	2,4



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

10:38 AM		0:15:00	098	8,8	0,8	3,2
10:53 AM		0:15:00	113	8,4	0,4	1,6
11:08 AM		0:15:00	128	7,9	0,5	2,0
11:23 AM		0:15:00	143	7,5	0,4	1,6
11:38 AM		0:15:00	158	7,1	0,4	1,6
11:53 AM		0:20:00	178	6,5	0,6	1,8
12:13 PM	0:01:00		179	10,0		
12:14 PM		0:20:00	199	9,1	0,9	2,7
12:34 PM		0:20:00	219	8,5	0,6	1,8
12:54 PM		0:20:00	239	7,9	0,6	1,8
01:14 PM		0:30:00	269	7,2	0,7	1,4
01:44 PM		0:30:00	299	6,5	0,7	1,4
02:14 PM	0:01:00		300	10,0		
02:15 PM		0:30:00	330	9,4	0,6	1,2

TABLA 27.0 – Datos Levantados en Campo (Cilindro – 03).



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

- . – Fecha del Ensayo : 08 de Mayo del 2009.
- . – Ubicación : Lote Experimental 03 – CDT Santa Rosa.
- . – Hora de Inicio : 09:07 AM

Hora de Lectura	Tiempo muerto [min.]	Intervalo Lectura [min.]	Tiempo Acumulado [min.]	Lectura [cm.]	Diferencia Lectura [cm.]	Infiltración [cm/hr]
09:07 AM		0:01:00	000	10,0		
09:08 AM		0:01:00	001	9,9	0,1	6,0
09:09 AM		0:01:00	002	9,8	0,1	6,0
09:10 AM		0:01:00	003	9,7	0,1	6,0
09:11 AM		0:01:00	004	9,5	0,2	12,0
09:12 AM		0:01:00	005	9,2	0,3	18,0
09:13 AM		0:05:00	010	8,8	0,4	4,8
09:18 AM		0:05:00	015	8,5	0,3	3,6
09:23 AM		0:05:00	020	8,1	0,4	4,8
09:28 AM		0:05:00	025	7,8	0,3	3,6
09:33 AM		0:05:00	030	7,6	0,2	2,4
09:38 AM		0:10:00	040	7,0	0,6	3,6
09:48 AM	0:01:00		041	10,0		
09:49 AM		0:10:00	051	9,7	0,3	1,8
09:59 AM		0:10:00	061	9,2	0,5	3,0
10:09 AM		0:10:00	071	8,8	0,4	2,4
10:19 AM		0:10:00	081	8,3	0,5	3,0
10:29 AM		0:15:00	096	7,5	0,8	3,2
10:44 AM		0:15:00	111	6,9	0,6	2,4



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO “SANTA ROSA” INTA

10:59 AM	0:01:00		112	10,0		
11:00 AM		0:15:00	127	9,2	0,8	3,2
11:15 AM		0:15:00	142	8,5	0,7	2,8
11:30 AM		0:15:00	157	7,9	0,6	2,4
11:45 AM		0:20:00	177	6,9	1,0	3,0
12:05 PM	0:01:00		178	10,0		
12:06 PM		0:20:00	198	9,3	0,7	2,1
12:26 PM		0:20:00	218	8,5	0,8	2,4
12:46 PM		0:20:00	238	7,9	0,6	1,8
01:06 PM		0:20:00	258	7,1	0,8	2,4
01:26 PM		0:30:00	288	6,1	1,0	2,0
01:56 PM	0:01:00		289	10,0		
01:57 PM		0:30:00	319	8,9	1,1	2,2
02:27 PM		0:30:00	349	8,0	0,9	1,8

TABLA 28.0 – Datos Levantados en Campo (Cilindro – 01).



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

- . – Fecha del Ensayo : 08 de Mayo del 2009.
- . – Ubicación : Lote Experimental 03 – CDT Santa Rosa.
- . – Hora de Inicio : 09:18 AM

Hora de Lectura	Tiempo muerto [min.]	Intervalo Lectura [min.]	Tiempo Acumulado [min.]	Lectura [cm.]	Diferencia Lectura [cm.]	Infiltración [cm/hr]
09:18 AM		0:01:00	000	10,0		
09:19 AM		0:01:00	001	8,4	1,6	96,0
09:20 AM		0:01:00	002	8,0	0,4	24,0
09:21 AM		0:01:00	003	7,6	0,4	24,0
09:22 AM		0:01:00	004	7,3	0,3	18,0
09:23 AM		0:01:00	005	7,0	0,3	18,0
09:24 AM	0:01:00		006	10,0		
09:25 AM		0:01:00	007	9,4	0,6	36,0
09:26 AM		0:05:00	012	8,8	0,6	7,2
09:31 AM		0:05:00	017	8,0	0,8	9,6
09:36 AM		0:05:00	022	7,4	0,6	7,2
09:41 AM		0:05:00	027	6,8	0,6	7,2
09:46 AM	0:01:00		028	10,0		
09:47 AM		0:05:00	033	9,2	0,8	9,6
09:52 AM		0:10:00	043	8,0	1,2	7,2
10:02 AM		0:10:00	053	7,0	1,0	6,0
10:12 AM	0:01:00		054	10,0		
10:13 AM		0:10:00	064	8,9	1,1	6,6
10:23 AM		0:10:00	074	7,8	1,1	6,6



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

10:33 AM		0:15:00	089	6,8	1,0	4,0
10:48 AM	0:01:00		090	10,0		
10:49 AM		0:15:00	105	8,6	1,4	5,6
11:04 AM		0:15:00	120	7,4	1,2	4,8
11:19 AM		0:15:00	135	6,3	1,1	4,4
11:34 AM	0:01:00		136	10,0		
11:35 AM		0:15:00	151	8,8	1,2	4,8
11:50 AM		0:20:00	171	7,2	1,6	4,8
12:10 PM		0:20:00	191	5,8	1,4	4,2
12:30 PM	0:01:00		192	10,0		
12:31 PM		0:20:00	212	8,4	1,6	4,8
12:51 PM		0:20:00	232	7,8	1,4	4,2
01:11 PM	0:01:00		233	10,0		
01:12 PM		0:30:00	263	7,8	2,2	4,4
01:42 PM		0:30:00	293	6,2	1,6	3,2
02:12 PM	0:01:00		294	10,0		
02:13 PM		0:30:00	324	8,2	1,8	3,6

TABLA 29.0 – Datos Levantados en Campo (Cilindro – 02).



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

- . – Fecha del Ensayo : 08 de Mayo del 2009.
- . – Ubicación : Lote Experimental 03 – CDT Santa Rosa.
- . – Hora de Inicio : 09:35 AM

Hora de Lectura	Tiempo muerto [min.]	Intervalo Lectura [min.]	Tiempo Acumulado [min.]	Lectura [cm.]	Diferencia Lectura [cm.]	Infiltración [cm/hr]
09:35 AM		0:01:00	000	10,0		
09:36 AM		0:01:00	001	9,8	0,2	12,00
09:37 AM		0:01:00	002	9,5	0,3	18,00
09:38 AM		0:01:00	003	9,3	0,2	12,00
09:39 AM		0:01:00	004	9,0	0,3	18,00
09:40 AM		0:01:00	005	8,7	0,3	18,00
09:41 AM		0:05:00	010	8,1	0,6	7,20
09:46 AM		0:05:00	015	7,6	0,5	6,00
09:51 AM		0:05:00	020	7,0	0,6	7,20
09:52 AM	0:01:00		021	10,0		
09:57 AM		0:05:00	026	9,7	0,3	3,60
10:02 AM		0:05:00	031	9,0	0,7	8,40
10:07 AM		0:05:00	036	8,7	0,3	3,60
10:12 AM		0:10:00	046	8,2	0,5	3,00
10:22 AM		0:10:00	056	7,1	1,1	6,60
10:32 AM		0:10:00	066	6,7	0,4	2,40
10:33 AM	0:01:00		067	10,0		
10:43 AM		0:10:00	077	9,2	0,8	4,80
10:53 AM		0:10:00	087	8,6	0,6	3,60



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

11:03 AM		0:15:00	102	7,6	1,0	4,00
11:18 AM		0:15:00	117	6,9	0,7	2,80
11:19 AM	0:01:00		118	10,0		
11:34 AM		0:15:00	133	9,4	0,6	2,40
11:49 AM		0:15:00	148	8,6	0,8	3,20
12:04 PM		0:15:00	163	7,9	0,7	2,80
12:19 PM		0:20:00	183	6,9	1,0	3,00
12:20 PM	0:01:00		184	10,0		
12:40 PM		0:20:00	204	9,2	0,8	2,40
01:00 PM		0:20:00	224	8,2	1,0	3,00
01:20 PM		0:20:00	244	7,2	1,0	3,00
01:40 PM		0:20:00	264	6,5	0,7	2,10
01:41 PM	0:01:00		265	10,0		
02:01 PM		0:30:00	295	9,0	1,0	2,00
02:31 PM		0:30:00	325	7,9	1,1	2,20

TABLA 30.0 – Datos Levantados en Campo (Cilindro – 03).



ANEXOS 3.2 TABLAS DE LAS INFILTRACIONES DE CAMPO CORREGIDAS

. – Ubicación : Lote Experimental 01 – CDT Santa Rosa.

. – Código Cilindro : C – 02

Nº	Tiempo Acumulado (min.)	Infiltración de Campo (cm/hr)	Ln (T)	[Ln (T)] ²	Ln (Vi)	Ln (T) * Ln (Vi)	Infiltración Corregida (cm/hr)	Infiltración Acumulada (cm.)	Infiltración Básica (cm/hr)
0	0								
1	1	12,00	0,0000	00,0000	2,4849	0,0000	15,03	0,38	2,3471
2	2	12,00	0,6931	00,4805	2,4849	1,7224	11,81	0,60	
3	3	12,00	1,0986	01,2069	2,4849	2,7299	10,26	0,79	
4	4	12,00	1,3863	01,9218	2,4849	3,4448	09,28	0,95	
5	5	12,00	1,6094	02,5903	2,4849	3,9993	08,59	1,10	
6	10	7,20	2,3026	05,3019	1,9741	4,5455	06,75	1,72	
7	15	4,80	2,7081	07,3335	1,5686	4,2479	05,86	2,25	
8	20	4,80	2,9957	08,9744	1,5686	4,6992	05,30	2,71	
9	25	7,20	3,2189	10,3612	1,9741	6,3543	04,91	3,13	
10	31	2,40	3,4340	11,7923	0,8755	3,0063	04,55	3,61	
11	41	3,60	3,7136	13,7906	1,2809	4,7568	04,13	4,33	
12	51	3,60	3,9318	15,4593	1,2809	5,0364	03,83	4,99	
13	61	3,60	4,1109	16,8993	1,2809	5,2658	03,60	5,61	
14	71	3,60	4,2627	18,1704	1,2809	5,4602	03,41	6,19	
15	86	2,40	4,4543	19,8412	0,8755	3,8996	03,19	7,02	
16	102	3,20	4,6250	21,3904	1,1632	5,3795	03,01	7,84	
17	117	2,40	4,7622	22,6783	0,8755	4,1691	02,87	8,58	
18	132	2,40	4,8828	23,8418	0,8755	4,2747	02,75	9,28	
19	152	2,40	5,0239	25,2394	0,8755	4,3983	02,62	10,18	



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

20	172	1,80	5,1475	26,4967	0,5878	3,0256	2,51	11,03	
21	193	4,80	5,2627	27,6959	1,5686	8,2551	2,41	11,89	
22	213	1,80	5,3613	28,7435	0,5878	3,1513	2,33	12,68	
23	233	2,40	5,4510	29,7138	0,8755	4,7722	2,26	13,45	
24	259	2,88	5,5568	30,8783	1,0578	5,8780	2,18	14,41	
25	284	2,40	5,6490	31,9109	0,8755	4,9455	2,11	15,30	
26	309	2,40	5,7333	32,8712	0,8755	5,0194	2,05	16,16	
SUMA			97,38	435,58	36,60	112,44	4,91	6,78	
Promedio de la velocidad									

TABLA 31.0 – Resultados de la Infiltración de Campo Corregida (Cilindro – 02).

Constantes	
A	B
15,028	-0,348



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

. – Ubicación : Lote Experimental 01 – CDT Santa Rosa.

. – Código Cilindro : C – 02

Nº	Tiempo Acumulado (min.)	Infiltración de Campo (cm/hr)	Ln (T)	[Ln (T)] ²	Ln (Vi)	Ln (T) * Ln (Vi)	Infiltración Corregida (cm/hr)	Infiltración Acumulada (cm.)	Infiltración Básica (cm/hr)
0	0								
1	1	6,0	0,0000	0,0000	1,7918	0,0000	12,99	0,33	2,0650
2	2	6,0	0,6931	0,4805	1,7918	1,2420	10,22	0,52	
3	3	18,0	1,0986	1,2069	2,8904	3,1754	8,89	0,68	
4	4	18,0	1,3863	1,9218	2,8904	4,0069	8,05	0,82	
5	5	12,0	1,6094	2,5903	2,4849	3,9993	7,45	0,95	
6	10	2,4	2,3026	5,3019	0,8755	2,0158	5,87	1,49	
7	15	8,4	2,7081	7,3335	2,1282	5,7634	5,10	1,95	
8	20	3,6	2,9957	8,9744	1,2809	3,8373	4,62	2,35	
9	25	7,2	3,2189	10,3612	1,9741	6,3543	4,28	2,72	
10	30	3,6	3,4012	11,5681	1,2809	4,3567	4,02	3,07	
11	41	3,0	3,7136	13,7906	1,0986	4,0798	3,61	3,76	
12	51	5,4	3,9318	15,4593	1,6864	6,6306	3,35	4,34	
13	61	2,4	4,1109	16,8993	0,8755	3,5989	3,15	4,88	
14	71	2,4	4,2627	18,1704	0,8755	3,7318	2,99	5,39	
15	81	2,4	4,3944	19,3112	0,8755	3,8472	2,85	5,88	
16	96	2,4	4,5643	20,8333	0,8755	3,9959	2,69	6,57	
17	112	2,4	4,7185	22,2642	0,8755	4,1309	2,55	7,27	
18	127	2,8	4,8442	23,4661	1,0296	4,9877	2,44	7,89	
19	142	2,4	4,9558	24,5602	0,8755	4,3387	2,35	8,49	
20	162	2,7	5,0876	25,8836	0,9933	5,0533	2,25	9,26	
21	183	2,4	5,2095	27,1387	0,8755	4,5607	2,15	10,03	

Elaborado por: Br. Alexander Javier Meléndez Br. Carlos J. Medina Quintana



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

22	203	2,1	5,3132	28,2302	0,7419	3,9421	2,08	10,73	
23	223	2,1	5,4072	29,2375	0,7419	4,0118	2,01	11,42	
24	248	1,9	5,5134	30,3979	0,6523	3,5965	1,94	12,24	
25	274	1,2	5,6131	31,5072	0,1823	1,0234	1,87	13,06	
26	299	1,9	5,7004	32,4951	0,6523	3,7185	1,82	13,83	
SUMA			96,75	429,38	33,30	100,00	4,29	5,77	
							Promedio de la velocidad		

TABLA 32.0 – Resultados de la Infiltración de Campo Corregida.

Constantes	
A	B
12,985	-0,345



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

. – Ubicación : Lote Experimental 01 – CDT Santa Rosa.

. – Código Cilindro : C – 03

Nº	Tiempo Acumulado (min.)	Infiltración de Campo (cm/hr)	Ln (T)	[Ln (T)] ²	Ln (Vi)	Ln (T) * Ln (Vi)	Infiltración Corregida (cm/hr)	Infiltración Acumulada (cm.)	Infiltración Básica (cm/hr)
0	0								
1	1	60,0	0,0000	0,0000	4,0943	0,0000	27,90	0,77	3,1705
2	2	60,0	0,6931	0,4805	4,0943	2,8380	21,19	1,17	
3	3	18,0	1,0986	1,2069	2,8904	3,1754	18,03	1,50	
4	4	12,0	1,3863	1,9218	2,4849	3,4448	16,09	1,78	
5	5	6,0	1,6094	2,5903	1,7918	2,8837	14,72	2,04	
6	6	12,0	1,7918	3,2104	2,4849	4,4524	13,69	2,27	
7	8	12,0	2,0794	4,3241	2,4849	5,1672	12,21	2,70	
8	14	13,2	2,6391	6,9646	2,5802	6,8093	9,78	3,79	
9	19	7,2	2,9444	8,6697	1,9741	5,8126	8,66	4,55	
10	24	4,8	3,1781	10,1000	1,5686	4,9851	7,89	5,24	
11	29	7,2	3,3673	11,3387	1,9741	6,6473	7,32	5,87	
12	34	4,8	3,5264	12,4352	1,5686	5,5315	6,87	6,46	
13	45	0,6	3,8067	14,4907	-0,5108	-1,9445	6,15	7,65	
14	55	10,8	4,0073	16,0587	2,3795	9,5356	5,68	8,64	
15	65	4,8	4,1744	17,4255	1,5686	6,5480	5,31	9,55	
16	75	4,8	4,3175	18,6407	1,5686	6,7725	5,02	10,41	
17	86	7,8	4,4543	19,8412	2,0541	9,1498	4,75	11,31	
18	96	4,2	4,5643	20,8333	1,4351	6,5502	4,55	12,08	
19	106	4,2	4,6634	21,7477	1,4351	6,6924	4,37	12,82	
20	116	3,6	4,7536	22,5966	1,2809	6,0890	4,22	13,54	
21	132	6,4	4,8828	23,8418	1,8563	9,0639	4,01	14,64	

Elaborado por: Br. Alexander Javier Meléndez Br. Carlos J. Medina Quintana



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

22	147	4,0	4,9904	24,9044	1,3863	6,9182	3,84	15,62	
23	162	5,2	5,0876	25,8836	1,6487	8,3877	3,70	16,56	
24	178	5,2	5,1818	26,8509	1,6487	8,5430	3,56	17,53	
25	198	4,2	5,2883	27,9658	1,4351	7,5891	3,41	18,69	
26	218	1,2	5,3845	28,9928	0,1823	0,9817	3,29	19,80	
27	239	6,3	5,4765	29,9917	1,8405	10,0797	3,17	20,93	
28	259	4,2	5,5568	30,8783	1,4351	7,9745	3,07	21,97	
29	280	4,8	5,6348	31,7509	1,5686	8,8388	2,97	23,03	
SUMA			106,54	465,94	54,20	169,52	8,12	10,10	
							Promedio de la velocidad		

TABLA 33.0 – Resultados de la Infiltración de Campo de Campo Corregida.

Constantes	
A	B
27,903	-0,397



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

. – Ubicación : Lote Experimental 02 – CDT Santa Rosa.

. – Código Cilindro : C – 01

Nº	Tiempo Acumulado (min.)	Infiltración de Campo (cm/hr)	Ln (T)	[Ln (T)] ²	Ln (Vi)	Ln (T) * Ln (Vi)	Infiltración Corregida (cm/hr)	Infiltración Acumulada (cm.)	Infiltración Básica (cm/hr)
0	0								
1	1	12,00	0,0000	0,0000	2,4849	0,0000	10,28	0,29	1,0767
2	2	6,00	0,6931	0,4805	1,7918	1,2420	7,74	0,44	
3	3	6,00	1,0986	1,2069	1,7918	1,9684	6,56	0,56	
4	4	6,00	1,3863	1,9218	1,7918	2,4839	5,83	0,66	
5	5	6,00	1,6094	2,5903	1,7918	2,8837	5,32	0,75	
6	10	7,20	2,3026	5,3019	1,9741	4,5455	4,00	1,13	
7	15	3,60	2,7081	7,3335	1,2809	3,4688	3,39	1,44	
8	20	2,40	2,9957	8,9744	0,8755	2,6227	3,01	1,70	
9	25	3,60	3,2189	10,3612	1,2809	4,1232	2,75	1,94	
10	30	1,20	3,4012	11,5681	0,1823	0,6201	2,55	2,16	
11	35	4,80	3,5553	12,6405	1,5686	5,5770	2,39	2,37	
12	45	1,80	3,8067	14,4907	0,5878	2,2375	2,16	2,75	
13	55	1,20	4,0073	16,0587	0,1823	0,7306	1,99	3,09	
14	66	1,80	4,1897	17,5532	0,5878	2,4626	1,85	3,44	
15	76	2,40	4,3307	18,7553	0,8755	3,7914	1,74	3,74	
16	91	1,20	4,5109	20,3479	0,1823	0,8224	1,62	4,16	
17	106	1,60	4,6634	21,7477	0,4700	2,1918	1,52	4,55	
18	121	0,80	4,7958	22,9996	-0,2231	-1,0701	1,44	4,92	
19	136	1,20	4,9127	24,1342	0,1823	0,8957	1,37	5,27	
20	151	0,80	5,0173	25,1731	-0,2231	-1,1196	1,32	5,61	
21	166	1,60	5,1120	26,1324	0,4700	2,4027	1,26	5,93	



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

22	186	1,20	5,2257	27,3084	0,1823	0,9528	1,21	6,34	
23	206	1,20	5,3279	28,3863	0,1823	0,9714	1,16	6,74	
24	227	1,50	5,4250	29,4301	0,4055	2,1996	1,11	7,13	
25	247	1,20	5,5094	30,3534	0,1823	1,0045	1,07	7,50	
26	267	1,50	5,5872	31,2173	0,4055	2,2654	1,04	7,85	
27	297	1,00	5,6937	32,4186	0,0000	0,0000	1,00	8,36	
28	327	1,20	5,7900	33,5236	0,1823	1,0556	0,96	8,85	
SUMA			106,87	482,41	21,45	51,33	2,77	3,92	
Promedio de la velocidad									

TABLA 34.0 – Resultados de la Infiltración de Campo Corregida.

Constantes	
A	B
10,284	-0,410



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

. – Ubicación : Lote Experimental 02 – CDT Santa Rosa.

. – Código Cilindro : C – 02

Nº	Tiempo Acumulado (min.)	Infiltración de Campo (cm/hr)	Ln (T)	[Ln (T)] ²	Ln (Vi)	Ln (T) * Ln (Vi)	Infiltración Corregida (cm/hr)	Infiltración Acumulada (cm.)	Infiltración Básica (cm/hr)
0	0								
1	1	30,0	0,0000	0,0000	3,4012	0,0000	30,53	1,14	1,2259
2	2	12,0	0,6931	0,4805	2,4849	1,7224	20,80	1,55	
3	3	48,0	1,0986	1,2069	3,8712	4,2529	16,62	1,86	
4	4	18,0	1,3863	1,9218	2,8904	4,0069	14,17	2,12	
5	5	12,0	1,6094	2,5903	2,4849	3,9993	12,52	2,34	
6	6	12,0	1,7918	3,2104	2,4849	4,4524	11,32	2,54	
7	11	3,6	2,3979	5,7499	1,2809	3,0715	8,09	3,32	
8	16	6,0	2,7726	7,6872	1,7918	4,9678	6,58	3,93	
9	22	6,0	3,0910	9,5545	1,7918	5,5384	5,51	4,53	
10	27	7,2	3,2958	10,8625	1,9741	6,5062	4,92	4,96	
11	32	4,8	3,4657	12,0113	1,5686	5,4364	4,48	5,35	
12	42	3,0	3,7377	13,9702	1,0986	4,1062	3,85	6,05	
13	52	3,0	3,9512	15,6123	1,0986	4,3409	3,42	6,65	
14	62	2,4	4,1271	17,0332	0,8755	3,6132	3,11	7,19	
15	72	2,4	4,2767	18,2899	0,8755	3,7441	2,86	7,69	
16	83	2,4	4,4188	19,5262	0,8755	3,8686	2,64	8,19	
17	98	3,2	4,5850	21,0219	1,1632	5,3330	2,41	8,82	
18	113	1,6	4,7274	22,3482	0,4700	2,2219	2,23	9,40	
19	128	2,0	4,8520	23,5422	0,6931	3,3632	2,08	9,94	
20	143	1,6	4,9628	24,6298	0,4700	2,3326	1,96	10,44	
21	158	1,6	5,0626	25,6299	0,4700	2,3794	1,85	10,92	



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

22	178	1,8	5,1818	26,8509	0,5878	3,0458	1,73	11,52	
23	199	2,7	5,2933	28,0191	0,9933	5,2576	1,63	12,10	
24	219	1,8	5,3891	29,0421	0,5878	3,1676	1,54	12,63	
25	239	1,8	5,4765	29,9917	0,5878	3,2190	1,47	13,13	
26	269	1,4	5,5947	31,3008	0,3365	1,8825	1,38	13,85	
27	299	1,4	5,7004	32,4951	0,3365	1,9180	1,30	14,51	
28	330	1,2	5,7991	33,6295	0,1823	1,0573	1,23	15,17	
SUMA			104,74	468,21	37,73	98,81	6,11	7,02	
							<i>Promedio de la velocidad</i>		

TABLA 35.0 – Resultados de la Infiltración de Campo Corregida.

Constantes	
A	B
30,534	-0,554



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

. – Ubicación : Lote Experimental 02 – CDT Santa Rosa.

. – Código Cilindro : C – 03

Nº	Tiempo Acumulado (min)	Infiltración de Campo (cm/hr)	Ln (T)	[Ln (T)] ²	Ln (Vi)	Ln (T) * Ln (Vi)	Infiltración Corregida (cm/hr)	Infiltración Acumulada (cm.)	Infiltración Básica (cm/hr)
0	0								
1	1	12,0	0,0000	0,0000	2,4849	0,0000	17,37	0,48	1,9226
2	2	18,0	0,6931	0,4805	2,8904	2,0035	13,15	0,73	
3	3	12,0	1,0986	1,2069	2,4849	2,7299	11,17	0,93	
4	4	12,0	1,3863	1,9218	2,4849	3,4448	9,96	1,11	
5	5	12,0	1,6094	2,5903	2,4849	3,9993	9,10	1,27	
6	10	7,2	2,3026	5,3019	1,9741	4,5455	6,89	1,92	
7	15	6,0	2,7081	7,3335	1,7918	4,8522	5,86	2,45	
8	20	4,8	2,9957	8,9744	1,5686	4,6992	5,22	2,91	
9	25	4,8	3,2189	10,3612	1,5686	5,0492	4,77	3,32	
10	31	3,6	3,4340	11,7923	1,2809	4,3987	4,38	3,78	
11	41	3,0	3,7136	13,7906	1,0986	4,0798	3,91	4,47	
12	51	3,0	3,9318	15,4593	1,0986	4,3196	3,58	5,09	
13	61	3,0	4,1109	16,8993	1,0986	4,5163	3,34	5,67	
14	71	3,0	4,2627	18,1704	1,0986	4,6830	3,14	6,20	
15	86	2,8	4,4543	19,8412	1,0296	4,5863	2,91	6,96	
16	102	2,4	4,6250	21,3904	0,8755	4,0490	2,71	7,71	
17	117	2,4	4,7622	22,6783	0,8755	4,1691	2,57	8,37	
18	132	2,4	4,8828	23,8418	0,8755	4,2747	2,45	8,99	
19	152	2,4	5,0239	25,2394	0,8755	4,3983	2,31	9,79	
20	172	2,1	5,1475	26,4967	0,7419	3,8191	2,20	10,54	
21	193	1,8	5,2627	27,6959	0,5878	3,0933	2,10	11,29	



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

22	213	2,4	5,3613	28,7435	0,8755	4,6936	2,02	11,98	
23	233	2,4	5,4510	29,7138	0,8755	4,7722	1,95	12,64	
24	263	2,0	5,5722	31,0489	0,6931	3,8623	1,86	13,59	
25	294	2,0	5,6836	32,3031	0,6931	3,9396	1,77	14,52	
26	324	2,0	5,7807	33,4170	0,6931	4,0069	1,71	15,39	
SUMA			97,47	436,69	35,10	102,99	4,94	6,62	
							Promedio de la velocidad		

TABLA 36.0 – Resultados de la Infiltración de Campo Corregida.

Constantes	
A	B
17,367	-0,401



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

. – Ubicación : Lote Experimental 03 – CDT Santa Rosa.

. – Código Cilindro : C – 01

Nº	Tiempo Acumulado (min.)	Infiltración de Campo (cm/hr)	Ln (T)	[Ln (T)] ²	Ln (Vi)	Ln (T) * Ln (Vi)	Infiltración Corregida (cm/hr)	Infiltración Acumulada (cm.)	Infiltración Básica (cm/hr)
0	0								
1	1	12,00	0,0000	0,0000	2,4849	0,0000	19,7	0,5	2,4665
2	2	18,00	0,6931	0,4805	2,8904	2,0035	15,1	0,8	
3	3	12,00	1,0986	1,2069	2,4849	2,7299	13,0	1,0	
4	4	18,00	1,3863	1,9218	2,8904	4,0069	11,6	1,3	
5	5	18,00	1,6094	2,5903	2,8904	4,6519	10,7	1,4	
6	10	7,20	2,3026	5,3019	1,9741	4,5455	8,2	2,2	
7	15	6,00	2,7081	7,3335	1,7918	4,8522	7,0	2,8	
8	20	7,20	2,9957	8,9744	1,9741	5,9138	6,3	3,4	
9	26	3,60	3,2581	10,6152	1,2809	4,1734	5,7	4,0	
10	31	8,40	3,4340	11,7923	2,1282	7,3083	5,3	4,4	
11	36	3,60	3,5835	12,8416	1,2809	4,5903	5,0	4,9	
12	46	3,00	3,8286	14,6585	1,0986	4,2062	4,6	5,7	
13	56	6,60	4,0254	16,2035	1,8871	7,5961	4,2	6,4	
14	66	2,40	4,1897	17,5532	0,8755	3,6679	4,0	7,1	
15	77	4,80	4,3438	18,8686	1,5686	6,8138	3,7	7,8	
16	87	3,60	4,4659	19,9443	1,2809	5,7205	3,6	8,4	
17	102	4,00	4,6250	21,3904	1,3863	6,4116	3,4	9,3	
18	117	2,80	4,7622	22,6783	1,0296	4,9032	3,2	10,1	
19	133	2,40	4,8903	23,9155	0,8755	4,2813	3,0	10,9	
20	148	3,20	4,9972	24,9721	1,1632	5,8125	2,9	11,7	
21	163	2,80	5,0938	25,9463	1,0296	5,2446	2,8	12,4	



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

22	183	3,00	5,2095	27,1387	1,0986	5,7232	2,7	13,3	
23	204	2,40	5,3181	28,2824	0,8755	4,6558	2,6	14,2	
24	224	3,00	5,4116	29,2859	1,0986	5,9453	2,5	15,1	
25	244	3,00	5,4972	30,2189	1,0986	6,0393	2,4	15,9	
26	264	2,10	5,5759	31,0912	0,7419	4,1370	2,3	16,7	
27	295	2,00	5,6870	32,3417	0,6931	3,9419	2,2	17,8	
28	325	2,20	5,7838	33,4526	0,7885	4,5603	2,2	18,9	
SUMA			106,77	481,00	42,66	134,44	5,6	6,8	
							<i>Promedio de la velocidad</i>		

TABLA 37.0 – Resultados de la Infiltración de Campo Corregida.

Constantes	
A	B
19,736	-0,383



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

. – Ubicación : Lote Experimental 03 – CDT Santa Rosa.

. – Código Cilindro : C – 02

Nº	Tiempo Acumulado (min.)	Infiltración de Campo (cm/hr)	Ln (T)	[Ln (T)] ²	Ln (Vi)	Ln (T) * Ln (Vi)	Infiltración Corregida (cm/hr)	Infiltración Acumulada (cm.)	Infiltración Básica (cm/hr)
0	0								
1	1	6,0	0,0000	0,0000	1,7918	0,0000	9,37	0,21	2,3933
2	2	6,0	0,6931	0,4805	1,7918	1,2420	7,78	0,35	
3	3	6,0	1,0986	1,2069	1,7918	1,9684	6,98	0,48	
4	4	12,0	1,3863	1,9218	2,4849	3,4448	6,46	0,59	
5	5	18,0	1,6094	2,5903	2,8904	4,6519	6,08	0,69	
6	10	4,8	2,3026	5,3019	1,5686	3,6119	5,05	1,15	
7	15	3,6	2,7081	7,3335	1,2809	3,4688	4,53	1,55	
8	20	4,8	2,9957	8,9744	1,5686	4,6992	4,19	1,91	
9	25	3,6	3,2189	10,3612	1,2809	4,1232	3,95	2,25	
10	30	2,4	3,4012	11,5681	0,8755	2,9776	3,76	2,57	
11	40	3,6	3,6889	13,6078	1,2809	4,7252	3,48	3,17	
12	51	1,8	3,9318	15,4593	0,5878	2,3111	3,26	3,79	
13	61	3,0	4,1109	16,8993	1,0986	4,5163	3,11	4,32	
14	71	2,4	4,2627	18,1704	0,8755	3,7318	2,98	4,82	
15	81	3,0	4,3944	19,3112	1,0986	4,8278	2,88	5,31	
16	96	3,2	4,5643	20,8333	1,1632	5,3090	2,75	6,02	
17	111	2,4	4,7095	22,1797	0,8755	4,1230	2,65	6,69	
18	127	3,2	4,8442	23,4661	1,1632	5,6345	2,55	7,38	
19	142	2,8	4,9558	24,5602	1,0296	5,1026	2,48	8,01	
20	157	2,4	5,0562	25,5656	0,8755	4,4266	2,41	8,62	



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

21	177	3,0	5,1761	26,7925	1,0986	5,6866	2,33	9,41	
22	198	2,1	5,2883	27,9658	0,7419	3,9236	2,26	10,22	
23	218	2,4	5,3845	28,9928	0,8755	4,7140	2,21	10,96	
24	238	1,8	5,4723	29,9457	0,5878	3,2165	2,16	11,69	
25	258	2,4	5,5530	30,8354	0,8755	4,8614	2,11	12,40	
26	288	2,0	5,6630	32,0691	0,6931	3,9253	2,05	13,44	
27	319	2,2	5,7652	33,2374	0,7885	4,5456	1,99	14,48	
28	349	1,8	5,8551	34,2819	0,5878	3,4415	1,94	15,46	
	SUMA		108,09	493,91	33,62	109,21	3,56	4,93	
							Promedio de la velocidad		

TABLA 38.0 – Resultados de la Infiltración de Campo Corregida.

Constantes	
A	B
9,370	-0,269



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

. – Ubicación : Lote Experimental 03 – CDT Santa Rosa.

. – Código Cilindro : C – 03

Nº	Tiempo Acumulado (min)	Infiltración de Campo (cm/hr)	Ln (T)	[Ln (T)] ²	Ln (Vi)	Ln (T) * Ln (Vi)	Infiltración Corregida (cm/hr)	Infiltración Acumulada (cm.)	Infiltración Básica (cm/hr)
0	0	0							
1	1	96	0,0000	0,0000	4,5643	0,0000	36,52	1,10	2,9964
2	2	24	0,6931	0,4805	3,1781	2,2029	26,79	1,62	
3	3	24	1,0986	1,2069	3,1781	3,4914	22,35	2,02	
4	4	18	1,3863	1,9218	2,8904	4,0069	19,65	2,37	
5	5	18	1,6094	2,5903	2,8904	4,6519	17,78	2,68	
6	7	36	1,9459	3,7866	3,5835	6,9732	15,30	3,23	
7	12	7,2	2,4849	6,1748	1,9741	4,9054	12,02	4,35	
8	17	9,6	2,8332	8,0271	2,2618	6,4081	10,29	5,27	
9	22	7,2	3,0910	9,5545	1,9741	6,1020	9,17	6,08	
10	27	7,2	3,2958	10,8625	1,9741	6,5062	8,37	6,81	
11	33	9,6	3,4965	12,2256	2,2618	7,9083	7,65	7,61	
12	43	7,2	3,7612	14,1466	1,9741	7,4249	6,79	8,81	
13	53	6	3,9703	15,7632	1,7918	7,1138	6,19	9,89	
14	64	6,6	4,1589	17,2963	1,8871	7,8481	5,69	10,97	
15	74	6,6	4,3041	18,5250	1,8871	8,1221	5,33	11,89	
16	89	4	4,4886	20,1479	1,3863	6,2226	4,91	13,17	
17	105	5,6	4,6540	21,6593	1,7228	8,0177	4,56	14,43	
18	120	4,8	4,7875	22,9201	1,5686	7,5097	4,29	15,53	
19	135	4,4	4,9053	24,0617	1,4816	7,2677	4,07	16,58	
20	151	4,8	5,0173	25,1731	1,5686	7,8702	3,87	17,64	



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO "SANTA ROSA" INTA

21	171	4,8	5,1417	26,4367	1,5686	8,0653	3,66	18,89	
22	191	4,2	5,2523	27,5864	1,4351	7,5375	3,49	20,08	
23	212	4,8	5,3566	28,6930	1,5686	8,4024	3,33	21,28	
24	232	4,2	5,4467	29,6669	1,4351	7,8165	3,20	22,36	
25	263	4,4	5,5722	31,0489	1,4816	8,2557	3,02	23,97	
26	293	3,2	5,6802	32,2644	1,1632	6,6069	2,88	25,44	
27	324	3,6	5,7807	33,4170	1,2809	7,4048	2,75	26,90	
SUMA			100,21	445,64	55,93	174,64	9,40	11,89	
							Promedio de la velocidad		

TABLA 39.0 – Resultados de la Infiltración de Campo Corregida.

Constantes	
A	B
36,521	-0,447



ANEXOS 4

RESUMEN METEREOLÓGICO ANUAL

AEROPUERTO INTERNACIONAL

MANAGUA

1958 – 2007



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN
EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO “SANTA ROSA” INTA



INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCION GENERAL DE METEOROLOGIA
RESUMEN METEOROLOGICO ANUAL

Estación: - AEROPUERTO INTERNACIONAL MANAGUA / MANAGUA Latitud: 12° 08' 36" N
Código: 69 027 Longitud: 86° 09' 49" W
Años: 1958 - 2007 Elevación: 56 msnm
Parámetro: humedad relativa (%) Tipo: HMP

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1958	72.0	69.5	70.7	67.4	78.3	87.9	88.3	85.6	85.8	87.9	87.4	76.8
1959	72.7	73.3	69.1	69.9	72.6	87.2	84.0	84.4	84.6	84.3	78.0	70.7
1960	67.9	66.3	62.0	64.8	72.1	77.9	77.4	82.2	83.9	85.1	79.1	71.7
1961	69.9	65.4	65.2	69.6	72.4	85.8	85.6	84.6	89.7	89.3	87.4	84.7
1962	81.5	78.0	75.5	77.0	77.5	89.4	87.3	84.3	86.9	87.9	81.0	74.6
1963	72.7	70.2	68.4	67.6	68.6	81.5	82.5	78.4	84.4	82.7	83.6	72.5
1964	69.7	65.4	65.2	68.5	70.5	85.6	84.5	80.3	82.9	90.8	85.3	82.5
1965	74.8	73.7	70.9	67.4	69.7	80.6	78.4	78.0	81.2	84.0	79.5	74.6
1966	69.4	69.7	70.5	70.2	79.5	86.7	84.0	82.6	85.0	85.7	78.7	76.2
1967	73.8	65.7	65.0	64.5	65.6	83.5	83.2	83.8	83.3	84.5	81.6	78.2
1968	72.0	66.3	64.4	68.1	74.8	86.1	82.6	80.8	85.2	86.0	81.5	74.6
1969	69.8	65.9	66.3	62.6	67.9	87.8	81.7	86.5	86.4	90.8	80.8	76.1
1970	73.2	63.5	66.5	65.6	69.4	76.1	82.4	76.9	79.0	81.1	77.2	79.0
1971	76.7	73.9	74.2	75.7	81.3	88.2	89.7	85.7	88.4	85.6	81.9	78.0
1972	73.4	66.4	63.2	62.6	75.0	80.7	75.0	76.3	76.6	77.4	77.2	70.3
1973	-	60.0	61.2	60.4	69.4	78.1	80.8	83.3	85.1	87.3	80.8	76.3
1974	74.9	67.9	64.0	61.2	73.5	82.5	78.9	80.6	86.1	83.0	75.6	72.6
1975	71.7	67.0	62.5	60.2	66.1	77.2	78.1	82.8	86.9	85.2	85.2	75.4
1976	70.1	64.0	64.0	63.1	68.2	80.7	76.7	79.2	76.8	82.7	78.2	73.6
1977	65.3	62.2	60.8	59.6	72.0	82.2	76.0	78.7	79.3	81.9	78.9	75.0
1978	67.8	63.7	61.6	61.6	73.8	83.4	81.9	81.1	84.5	84.2	80.0	76.6
1979	72.8	65.6	65.2	68.0	68.5	83.8	84.5	82.4	87.2	85.5	82.0	76.5
1980	71.9	66.3	63.0	59.0	71.9	81.4	80.7	83.4	85.3	87.1	82.6	72.5
1981	63.9	63.3	62.7	62.2	79.8	86.3	79.9	82.5	83.0	83.4	76.5	74.4
1982	70.9	66.8	61.6	61.5	74.9	81.1	81.2	78.2	84.9	82.5	78.0	61.6
1983	48.8	46.9	63.5	62.3	65.8	82.0	81.0	81.0	85.0	44.3	81.5	74.6
1984	70.7	68.6	63.8	61.6	68.4	81.3	83.3	83.5	87.7	83.1	79.4	70.6
1985	67.9	64.3	63.2	63.6	70.6	79.5	81.6	82.0	82.0	83.7	81.4	75.9
1986	68.5	67.1	62.2	60.6	69.6	81.4	79.5	77.9	80.1	80.7	77.3	71.0
1987	66.6	62.8	63.3	57.1	68.4	76.9	83.5	80.4	81.3	78.5	73.8	68.6
1988	67.8	63.6	59.5	60.2	-	79.6	83.2	-	85.1	84.5	78.5	73.8
1989	-	65.2	62.6	60.6	66.7	77.6	77.5	81.4	84.9	78.6	79.4	75.2
1990	71.5	69.8	63.4	60.9	71.1	79.4	79.5	77.7	80.4	82.1	80.1	74.9
1991	71.2	64.1	60.5	60.9	72.5	78.1	77.7	78.4	77.1	81.2	74.7	70.8
1992	68.1	65.1	60.3	58.9	62.5	76.9	81.9	77.7	79.2	78.9	74.8	69.5
1993	68.2	62.0	59.2	61.6	78.9	81.5	79.0	82.4	84.7	82.0	78.7	73.3
1994	70.9	66.8	62.2	63.3	72.1	77.1	75.4	77.5	81.6	81.5	82.1	74.1
1995	69.5	61.8	62.7	66.0	69.0	80.0	79.6	83.4	85.1	84.8	80.6	77.9
1996	72.8	66.6	62.9	62.6	76.4	79.3	80.0	81.2	83.2	83.6	79.5	71.2
1997	70.6	65.5	61.0	61.7	58.0	81.1	76.2	76.4	77.7	80.6	79.2	70.6
1998	65.9	63.8	58.7	56.3	64.1	75.3	75.8	77.3	82.3	86.7	80.2	73.1
1999	69.9	66.5	63.0	61.0	72.2	75.4	78.4	79.9	84.6	82.6	76.8	67.8
2000	64.8	60.5	64.4	64.4	70.5	76.4	75.7	75.9	83.7	79.5	75.0	68.2
2001	64.1	64.4	60.5	59.7	66.8	74.7	77.6	77.4	81.1	80.5	74.1	69.3
2002	66.2	63.9	59.4	58.4	68.8	78.9	79.4	75.4	80.8	80.2	75.9	71.1
2003	62.9	61.6	64.8	61.8	70.5	82.5	79.2	78.6	79.1	81.8	77.8	69.5
2004	68.5	64.6	61.1	59.9	71.5	77.9	79.5	79.6	80.8	81.5	74.9	67.5
2005	62.7	60.1	61.5	59.8	73.3	84.1	80.1	81.3	83.1	84.9	79.5	73.1
2006	70.2	65.4	62.5	60.7	68.6	78.5	78.6	76.7	77.4	82.2	77.7	72.1
2007	66.6	63.5	58.9	64.0	69.5	77.4	79.2	80.4	81.3	83.4	75.0	70.6
Suma	3333.8	3274.4	3188.8	3166.4	3478.7	4054.5	4027.5	3945.7	4151.5	4137.4	3965.7	3669.5
Media	69.5	65.5	63.8	63.3	71.0	81.1	80.6	80.5	83.0	82.7	79.3	73.4
Máximo	81.5	78.0	75.5	77.0	81.3	89.4	89.7	86.5	89.7	90.8	87.4	84.7
Mínimo	48.8	46.9	58.7	56.3	58.0	74.7	75.0	75.4	76.6	44.3	73.8	61.6

FUENTE. – INETER.



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN
EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO “SANTA ROSA” INTA



INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCION GENERAL DE METEOROLOGIA
RESUMEN METEOROLOGICO ANUAL

Estación: - AEROPUERTO INTERNACIONAL MANAGUA / MANAGUA Latitud: 12° 08' 36" N
Código: 69 027 Longitud: 86° 09' 49" W
Años: 1958 - 2007 Elevación: 56 msnm
Parámetro: precipitación (mm.) Tipo: HMP

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1958	0.0	0.0	32.0	0.0	184.3	530.5	170.9	83.0	156.1	204.5	75.1	1.2
1959	0.3	2.0	0.2	0.0	44.2	224.4	72.5	82.8	146.5	286.8	17.7	0.8
1960	9.1	2.1	0.2	3.8	130.5	212.4	193.2	270.8	183.6	263.3	50.1	1.0
1961	1.1	0.3	0.0	0.0	8.4	240.9	170.1	40.3	240.2	152.4	90.5	20.6
1962	9.1	0.0	3.5	3.3	7.8	258.8	105.0	193.9	207.7	397.7	15.5	7.5
1963	5.8	0.8	0.0	1.5	17.0	183.0	86.6	106.9	156.5	110.0	86.7	8.5
1964	1.7	0.0	0.4	32.9	136.3	422.2	207.0	154.2	91.8	340.8	27.4	5.8
1965	4.8	0.5	0.4	0.0	130.5	129.2	85.3	97.0	130.2	153.8	35.0	9.5
1966	0.0	0.0	0.0	0.2	149.8	383.8	220.3	137.1	203.1	238.4	13.9	37.0
1967	2.2	0.2	2.6	0.6	3.8	222.7	119.5	51.1	192.8	123.7	91.3	13.7
1968	8.3	0.0	0.0	0.7	207.2	228.3	74.6	103.4	267.9	341.1	25.9	9.2
1969	5.6	0.0	0.0	21.7	94.3	252.0	104.2	262.7	255.7	302.7	64.1	5.5
1970	5.9	1.4	7.2	13.0	98.0	95.6	128.2	203.5	275.9	116.9	111.3	25.1
1971	17.1	1.5	0.0	0.2	226.1	137.3	207.5	132.4	367.3	159.6	22.8	21.6
1972	4.9	0.2	0.0	0.0	158.2	81.6	79.8	100.0	116.1	79.7	46.0	3.2
1973	0.1	0.3	0.0	3.9	212.0	182.1	267.3	361.8	239.9	430.3	37.5	7.7
1974	15.2	0.5	0.1	0.0	105.8	148.3	50.3	140.1	331.8	64.4	3.6	8.7
1975	17.1	0.0	0.0	0.0	207.2	241.3	137.8	198.6	324.5	182.0	56.3	0.2
1976	0.8	0.6	3.0	0.2	21.1	156.7	57.3	152.0	69.5	265.3	14.2	3.7
1977	0.0	0.0	0.0	0.0	84.0	210.2	56.7	74.0	94.9	134.9	155.8	2.2
1978	1.1	0.0	0.0	29.3	167.9	121.9	160.9	161.0	152.4	148.3	31.6	33.7
1979	4.2	0.0	0.0	14.0	43.1	268.8	135.5	158.2	238.4	162.1	23.4	11.0
1980	5.0	0.0	0.0	0.0	164.9	199.1	154.3	146.9	189.5	312.7	202.6	1.0
1981	0.0	1.1	71.2	6.1	195.7	203.2	140.9	175.7	252.0	153.3	74.2	12.7
1982	7.3	9.8	3.0	12.4	519.4	199.0	118.0	44.8	219.1	190.0	29.3	0.8
1983	0.5	27.9	4.0	24.8	56.8	138.2	125.3	116.6	184.2	92.9	31.0	4.5
1984	1.9	0.6	0.1	0.5	63.2	230.5	221.1	149.9	296.5	132.6	54.2	0.3
1985	0.0	0.9	0.4	14.7	307.2	127.6	110.1	163.6	114.4	379.4	37.6	4.9
1986	0.5	3.0	0.0	0.0	213.3	85.5	107.0	148.4	122.7	58.6	32.9	2.3
1987	6.0	0.0	0.9	0.0	70.7	153.3	311.4	167.7	228.4	128.7	5.3	30.4
1988	3.6	3.2	0.0	3.8	104.5	346.4	220.8	302.7	276.8	392.7	12.9	13.8
1989	0.4	0.0	0.0	0.0	5.4	130.0	118.3	82.9	315.7	54.7	50.6	22.7
1990	1.2	0.9	0.0	3.7	89.7	114.1	103.9	114.9	85.3	100.9	132.3	8.6
1991	1.8	2.3	0.0	0.5	203.2	152.4	75.2	106.6	188.3	221.1	26.1	2.9
1992	0.3	0.0	0.0	0.0	86.7	159.0	119.4	62.2	143.3	114.4	4.1	16.0
1993	1.3	0.0	0.0	29.2	347.3	101.1	104.7	287.2	345.3	112.6	85.2	1.4
1994	2.9	0.6	2.7	129.1	83.2	49.3	95.2	79.9	167.7	222.0	143.2	10.2
1995	0.0	0.0	16.0	115.6	20.6	212.3	112.3	326.1	297.4	202.6	43.9	13.4
1996	21.3	0.0	5.3	0.0	240.8	221.6	282.3	116.6	275.9	315.6	127.1	2.1
1997	5.8	0.5	0.4	1.3	14.1	291.7	57.5	82.3	99.3	246.2	63.3	0.0
1998	0.0	0.0	0.0	0.0	50.6	117.9	100.5	119.2	229.8	836.4	91.6	19.7
1999	4.1	56.5	6.9	37.2	45.2	141.5	195.9	168.6	348.9	192.1	56.7	0.3
2000	2.7	0.2	0.1	4.3	72.8	118.1	103.0	63.5	452.7	121.8	12.7	5.2
2001	0.6	1.7	0.0	0.0	122.7	79.4	103.5	173.4	256.4	102.8	21.2	0.3
2002	2.3	1.4	0.0	0.5	473.7	98.4	106.3	154.9	237.0	130.8	18.5	0.8
2003	1.1	0.0	9.1	113.7	211.4	260.7	100.0	100.6	151.6	176.6	99.0	5.8
2004	6.9	0.2	1.2	0.0	162.7	140.3	112.2	77.1	62.1	231.7	24.6	0.2
2005	0.1	0.0	0.0	31.1	289.2	220.1	105.3	196.2	238.7	243.2	70.8	0.4
2006	8.1	0.2	2.7	0.1	40.2	138.2	136.4	74.6	130.9	105.0	44.2	2.7
2007	0.0	0.0	0.8	25.8	251.9	108.7	140.3	292.0	219.6	299.7	61.3	11.5
Suma	200.1	121.4	174.4	679.7	6944.6	9469.6	6671.6	7359.9	10572.3	10529.8	2752.1	432.3
Media	4.0	2.4	3.5	13.6	138.9	189.4	133.4	147.2	211.4	210.6	55.0	8.6
Máximo	21.3	56.5	71.2	129.1	519.4	530.5	311.4	361.8	452.7	836.4	202.6	37.0
Mínimo	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	49.3	50.3	40.3	62.1	54.7	3.6	0.0

FUENTE. – INETER.



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN
EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO “SANTA ROSA” INTA



INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCION GENERAL DE METEOROLOGIA
RESUMEN METEOROLOGICO ANUAL

Estación: - AEROPUERTO INTERNACIONAL MANAGUA / MANAGUA Latitud: 12° 08' 36" N
Código: 69 027 Longitud: 86° 09' 49" W
Años: 1958 - 2007 Elevación: 56 msnm
Parámetro: temperatura media máxima (°C) Tipo: HMP

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1958	31.1	31.9	34.1	35.4	34.0	31.5	30.8	31.5	32.1	30.8	31.1	31.6
1959	31.6	32.3	34.4	34.9	35.0	31.7	31.5	31.7	31.8	31.4	31.3	31.4
1960	32.2	33.2	34.0	34.5	34.3	30.8	30.9	30.4	31.4	29.9	30.6	30.4
1961	30.7	32.3	33.0	34.4	34.8	31.1	30.5	30.9	30.2	30.5	30.2	30.5
1962	30.5	31.6	33.5	34.5	33.9	31.5	30.5	31.0	31.4	30.6	30.1	30.3
1963	30.7	31.8	32.9	33.6	34.1	31.7	30.7	32.2	31.0	31.6	30.2	31.1
1964	31.8	33.3	34.5	34.3	32.9	30.2	29.7	31.2	31.2	30.6	31.1	30.6
1965	31.2	33.1	33.7	34.3	34.7	31.7	32.0	32.6	31.7	31.2	31.6	31.5
1966	32.5	32.8	33.0	34.8	32.9	30.4	31.0	31.4	31.3	31.0	30.1	30.6
1967	31.3	32.3	32.5	33.6	34.3	30.6	30.1	31.9	32.5	31.9	31.8	31.2
1968	31.6	32.4	33.5	34.7	33.2	30.7	31.0	30.9	31.0	30.4	31.1	31.1
1969	-	-	-	-	-	-	-	31.7	31.4	30.3	31.0	31.2
1970	31.9	32.2	33.5	17.8	-	32.5	20.9	32.0	31.2	20.1	-	19.9
1971	31.6	20.7	33.7	22.5	34.4	31.7	30.9	31.4	20.0	30.9	31.2	30.6
1972	31.2	32.2	33.7	34.9	33.9	31.8	32.3	32.4	32.5	32.2	31.9	-
1973	32.7	33.3	35.2	35.7	34.4	32.1	31.0	30.8	31.0	30.3	30.9	30.1
1974	30.7	31.8	33.3	33.8	33.6	31.6	31.5	31.4	30.2	30.6	31.2	31.4
1975	31.3	32.6	33.6	34.6	34.5	31.8	30.8	30.7	30.3	30.5	29.7	29.8
1976	30.5	31.3	33.0	34.1	34.2	31.8	31.6	31.8	32.5	31.5	31.7	32.0
1977	32.7	33.5	34.4	34.9	34.0	31.1	32.1	32.6	32.8	32.1	32.0	32.1
1978	32.1	33.2	34.8	35.4	34.1	31.1	30.9	31.7	31.3	31.4	31.7	31.2
1979	32.4	33.7	34.1	34.5	33.9	31.0	31.1	31.4	30.6	31.0	31.1	31.3
1980	32.4	33.2	34.4	35.4	34.5	32.3	31.8	31.8	31.2	30.7	30.7	30.4
1981	31.2	32.9	34.2	33.9	32.5	30.8	31.5	31.4	31.6	31.3	30.9	31.3
1982	32.0	33.3	34.3	34.9	32.8	32.0	31.5	32.4	31.9	31.2	31.7	31.8
1983	32.8	33.6	34.8	35.2	36.2	33.8	32.3	32.4	31.9	31.9	32.1	32.2
1984	32.3	33.4	34.4	35.6	34.6	32.3	31.3	31.5	30.6	31.4	31.1	30.8
1985	31.6	32.4	33.7	34.2	33.9	32.0	31.7	31.5	32.0	31.2	30.9	31.4
1986	32.0	32.9	33.8	35.1	33.8	30.9	31.1	32.1	31.7	32.2	32.3	32.4
1987	32.8	34.1	35.5	36.0	35.5	34.2	31.2	32.0	32.8	32.8	33.2	33.1
1988	32.7	33.5	34.8	35.6	34.4	32.2	31.5	31.4	31.2	31.8	32.2	31.1
1989	31.5	32.2	33.5	34.7	34.8	32.8	31.9	32.5	31.5	32.4	32.3	31.9
1990	32.3	32.8	34.1	35.3	34.2	32.4	32.0	32.8	33.0	32.7	31.5	31.6
1991	32.4	33.6	35.1	35.7	34.2	33.2	32.7	32.6	33.4	32.4	32.4	32.5
1992	33.1	34.1	34.9	36.2	35.6	34.1	31.7	32.6	32.9	32.4	32.9	32.7
1993	33.3	34.0	34.8	35.6	33.2	32.6	32.2	31.8	31.2	32.4	32.2	32.4
1994	32.3	33.2	34.5	35.1	34.1	33.2	32.9	33.8	32.8	32.7	31.9	32.3
1995	32.9	33.7	34.8	35.0	35.2	33.3	32.5	32.7	32.2	31.8	32.4	32.0
1996	32.1	33.3	34.3	35.8	33.4	32.7	31.7	32.3	32.3	31.7	31.3	31.7
1997	31.8	33.1	34.0	34.9	36.4	32.1	33.2	33.6	33.5	32.2	31.9	32.4
1998	33.7	34.2	35.6	36.8	36.0	34.0	32.8	33.8	32.0	30.6	31.7	31.9
1999	32.1	32.2	33.3	35.1	33.6	33.1	32.0	32.7	31.1	30.6	31.1	31.3
2000	31.4	32.7	33.9	35.3	34.2	32.8	33.0	33.5	31.7	31.9	32.6	32.6
2001	32.3	32.8	34.2	35.5	35.0	32.6	32.5	33.3	32.0	32.3	31.9	33.1
2002	33.3	33.6	34.7	35.5	33.9	32.5	32.0	33.0	32.4	32.2	31.8	32.7
2003	33.2	34.4	34.9	35.8	34.5	31.8	32.0	32.7	33.0	32.1	32.0	32.2
2004	32.4	33.8	34.7	35.6	33.9	32.1	32.2	33.0	32.7	32.3	32.0	32.5
2005	32.7	33.4	35.8	36.3	33.9	31.9	32.4	32.7	32.2	30.6	31.4	32.4
2006	32.6	33.1	34.5	35.9	35.4	32.9	33.1	33.8	33.8	32.8	32.4	33.1
2007	33.4	34.3	35.6	35.9	34.9	33.1	32.4	32.4	31.9	30.7	31.6	31.9
Suma	1570.9	1605.2	1674.9	1689.1	1645.6	1571.9	1541.1	1605.7	1579.7	1562.2	1543.6	1537.8
Media	32.1	32.8	34.2	34.5	34.3	32.1	31.5	32.1	31.6	31.2	31.5	31.4
Máximo	33.7	34.4	35.8	36.8	36.4	34.2	33.2	33.8	33.8	32.8	33.2	33.1
Mínimo	30.5	20.7	32.5	17.8	32.5	30.2	20.9	30.4	20.0	20.1	29.7	19.9

FUENTE. – INETER.



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN
EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO “SANTA ROSA” INTA



INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCION GENERAL DE METEOROLOGIA
RESUMEN METEOROLOGICO ANUAL

Estación: - AEROPUERTO INTERNACIONAL MANAGUA / MANAGUA

Código: 69 027

Años: 1958 - 2007

Parámetro: temperatura media mínima (°C)

Latitud: 12° 08' 36" N

Longitud: 86° 09' 49" W

Elevación: 56 msnm

Tipo: HMP

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1958	21.4	21.9	23.2	23.4	24.2	23.4	23.2	22.5	22.7	22.6	21.2	20.6
1959	20.0	20.5	20.9	23.1	23.5	23.1	22.2	21.7	22.3	22.3	21.0	19.9
1960	20.3	20.9	21.6	22.6	23.8	23.3	22.5	22.9	22.2	22.3	21.1	19.9
1961	20.4	20.1	21.4	22.3	23.2	23.1	22.4	22.0	21.6	21.6	20.5	20.2
1962	19.6	19.5	20.6	22.4	22.7	22.3	22.1	21.8	21.7	21.6	20.1	19.5
1963	19.3	19.6	21.2	21.2	23.0	23.1	21.6	21.7	21.7	21.4	20.3	19.5
1964	19.7	20.7	21.7	22.3	22.3	21.3	21.1	21.3	21.9	21.6	21.3	20.3
1965	19.5	21.0	21.2	21.4	23.3	23.1	23.3	23.0	23.1	22.4	21.8	20.5
1966	20.8	21.0	21.8	23.4	22.6	22.9	22.9	22.6	22.4	22.5	19.8	20.1
1967	20.7	20.2	20.7	22.4	23.7	23.4	22.6	22.2	23.5	22.4	21.5	21.0
1968	20.0	19.5	20.6	21.9	23.2	23.1	23.4	22.9	23.1	22.6	21.6	20.8
1969	-	-	-	-	-	-	-	22.3	22.5	22.0	21.2	20.5
1970	19.6	20.5	21.2	11.7	-	23.0	15.0	22.0	22.0	13.9	-	12.4
1971	19.3	12.0	20.2	13.3	22.1	21.7	21.8	21.9	14.2	22.0	20.6	19.8
1972	20.1	20.2	20.5	22.4	23.7	23.3	23.8	22.6	23.1	22.2	22.2	-
1973	21.1	20.8	22.3	23.0	23.2	23.1	22.6	22.2	22.3	22.5	21.0	18.2
1974	19.5	18.7	19.7	21.2	22.6	22.8	21.9	22.4	21.8	21.5	20.4	20.1
1975	20.3	19.4	21.1	21.8	23.0	22.8	21.4	21.9	22.3	21.9	21.0	18.2
1976	18.6	19.4	19.5	21.7	23.0	22.8	22.8	22.5	22.7	22.2	21.2	20.6
1977	19.2	20.7	21.7	23.3	23.1	23.1	22.7	22.9	22.8	22.2	21.5	20.9
1978	20.0	20.9	22.1	22.9	23.9	22.7	22.3	22.4	22.2	22.0	20.8	20.2
1979	19.7	20.5	22.2	22.6	23.4	23.3	22.9	22.5	21.9	22.6	21.5	20.3
1980	20.8	19.7	21.5	22.9	23.8	23.5	22.9	22.9	22.8	22.7	21.7	19.8
1981	19.1	20.7	22.1	23.2	23.7	23.1	22.5	22.9	22.4	22.4	21.1	20.7
1982	20.9	21.1	21.1	22.5	23.7	23.2	23.1	23.0	22.5	21.8	21.3	20.7
1983	21.3	22.1	22.1	23.7	24.7	24.0	23.3	23.0	22.5	22.3	21.8	20.8
1984	19.2	21.0	22.0	23.3	23.3	22.9	22.1	22.4	21.8	21.8	20.1	20.9
1985	19.2	20.7	21.6	22.4	23.5	22.8	22.1	22.3	22.5	22.2	21.0	20.8
1986	19.4	20.0	20.9	22.6	23.9	23.4	22.8	22.7	22.6	22.3	22.0	21.5
1987	20.7	21.5	23.4	23.7	24.5	24.4	23.5	23.6	23.2	22.8	22.3	22.4
1988	21.4	22.0	22.3	23.7	24.0	23.1	22.9	22.8	23.0	21.8	22.2	20.5
1989	21.1	20.4	20.9	22.7	24.0	23.5	23.0	23.0	22.9	22.1	22.3	20.6
1990	21.2	21.0	22.0	23.5	23.9	23.9	23.1	23.1	23.1	22.8	22.5	20.9
1991	21.2	20.9	21.7	23.5	23.8	23.8	23.5	23.1	23.0	22.3	21.3	20.9
1992	20.5	21.2	22.2	23.8	24.3	23.7	22.8	22.8	22.7	22.4	22.1	21.4
1993	20.6	20.8	21.8	23.9	24.0	23.9	23.4	23.2	22.7	22.7	21.8	20.9
1994	20.3	21.1	21.6	22.8	24.0	23.3	23.1	22.8	22.9	22.8	21.7	21.0
1995	20.5	20.8	22.3	23.8	23.9	23.6	23.3	23.4	23.0	22.7	21.7	21.5
1996	19.9	20.6	20.8	23.1	23.9	23.3	22.8	22.4	22.7	22.8	21.6	20.3
1997	20.3	21.1	21.6	22.8	24.2	23.3	23.8	23.5	23.5	23.2	23.0	21.4
1998	22.0	22.0	23.4	23.9	24.9	24.4	23.5	23.5	23.3	23.1	22.1	21.2
1999	20.8	21.0	21.3	22.7	23.4	23.4	22.5	23.1	23.1	22.3	21.3	20.4
2000	19.8	20.8	20.9	22.7	23.6	23.7	22.9	23.3	22.6	21.9	22.0	20.8
2001	20.5	21.3	21.4	23.4	24.4	23.3	23.2	23.8	22.9	23.3	21.7	22.0
2002	21.5	21.5	22.4	23.1	24.2	24.0	23.7	23.5	23.4	23.0	21.8	21.5
2003	21.4	22.2	22.5	24.0	24.5	23.5	23.6	23.2	23.4	23.5	22.6	21.1
2004	20.9	21.2	22.8	23.7	24.1	23.6	22.8	23.4	23.4	23.1	21.8	21.4
2005	21.1	21.1	23.8	24.6	24.5	24.0	23.7	23.5	23.6	23.0	22.3	21.7
2006	21.5	21.3	22.1	23.4	24.4	24.0	23.9	24.0	23.4	23.7	21.7	22.2
2007	21.9	21.7	23.0	24.5	24.6	24.1	23.4	23.4	23.2	23.0	22.1	21.0
Suma	998.1	1008.9	1060.8	1104.1	1137.3	1141.4	1111.7	1137.9	1126.0	1112.1	1052.8	1004.1
Media	20.4	20.6	21.6	22.5	23.7	23.3	22.7	22.8	22.5	22.2	21.5	20.5
Máximo	22.0	22.2	23.8	24.6	24.9	24.4	23.9	24.0	23.6	23.7	23.0	22.4
Mínimo	18.6	12.0	19.5	11.7	22.1	21.3	15.0	21.3	14.2	13.9	19.8	12.4

FUENTE. – INETER.



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN
EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO “SANTA ROSA” INTA



INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCION GENERAL DE METEOROLOGIA
RESUMEN METEOROLOGICO ANUAL

Estación: - AEROPUERTO INTERNACIONAL MANAGUA / MANAGUA

Latitud: 12° 08' 36" N

Código: 69 027

Longitud: 86° 09' 49" W

Años: 1958 - 2007

Elevación: 56 msnm

Parámetro: viento medio 10m (m/seg)

Tipo: HMP

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1958	3.7	6.5	5.8	5.7	4.0	2.7	3.4	3.6	2.7	2.6	3.2	3.6
1959	4.4	4.6	4.5	4.8	3.9	2.7	3.6	3.1	2.6	1.7	2.5	3.6
1960	4.1	4.2	5.1	4.3	3.4	2.5	3.0	2.9	2.7	2.6	2.9	3.6
1961	4.9	4.9	5.0	4.5	4.6	3.6	3.6	3.6	2.9	2.5	2.7	3.3
1962	4.4	4.8	4.3	4.6	4.2	3.1	3.8	3.4	2.7	2.3	2.8	3.4
1963	3.9	4.1	4.7	4.3	4.4	3.5	3.5	3.7	2.7	2.7	2.8	4.0
1964	4.4	4.3	4.7	4.2	3.7	2.5	3.1	2.8	2.7	2.2	2.7	3.4
1965	4.5	5.1	5.1	5.0	4.2	3.2	3.8	3.7	2.8	2.1	2.1	3.2
1966	3.9	4.8	4.8	4.0	2.5	1.5	2.2	2.5	2.0	1.4	2.5	3.2
1967	3.8	3.8	4.4	3.8	4.1	2.5	3.1	3.3	2.3	2.5	2.6	3.0
1968	3.8	3.3	4.2	3.5	2.5	2.1	3.3	2.9	1.7	1.6	1.9	3.4
1969	3.5	3.9	4.0	3.9	2.4	1.9	3.1	2.3	2.2	1.0	2.2	3.2
1970	3.8	4.8	4.1	4.7	4.0	3.7	3.0	3.1	2.2	0.2	0.2	3.0
1971	3.4	3.3	3.7	3.8	2.8	2.2	2.4	1.9	1.4	1.1	1.3	2.7
1972	2.8	3.5	3.4	4.0	3.2	2.2	3.3	2.9	2.5	2.1	2.5	3.5
1973	3.8	4.4	4.3	3.9	3.2	2.4	2.0	1.3	0.8	0.8	1.4	1.8
1974	2.4	3.1	2.7	3.8	2.1	1.8	2.0	1.7	0.9	1.1	1.5	2.1
1975	2.7	2.5	3.0	3.5	2.3	1.9	1.6	1.3	0.7	0.7	0.9	1.7
1976	3.0	3.2	3.3	2.9	2.5	1.1	2.4	1.9	1.9	0.7	1.4	2.2
1977	2.9	3.0	3.7	3.5	1.3	1.2	2.4	1.5	1.3	0.6	0.7	1.4
1978	3.3	3.7	3.7	3.3	2.6	2.1	2.5	2.3	1.8	1.7	1.9	2.5
1979	2.7	3.6	3.2	2.2	2.7	2.0	0.9	1.0	1.4	0.7	0.9	1.1
1980	1.5	1.7	2.0	1.9	1.3	1.0	1.2	1.0	0.9	0.7	0.8	1.2
1981	1.5	1.9	1.6	1.8	0.9	0.7	1.1	0.9	0.8	0.7	-	-
1982	-	2.4	2.5	2.0	1.1	1.3	1.5	1.7	1.0	0.9	1.5	2.0
1983	2.3	1.9	2.0	1.9	2.2	0.9	1.5	1.4	0.7	0.7	0.6	1.1
1984	1.4	1.5	1.5	1.5	1.2	0.6	1.2	1.1	0.4	0.7	0.5	1.9
1985	1.9	2.8	2.8	2.3	1.7	1.5	1.4	1.0	0.6	0.9	1.2	1.8
1986	2.0	1.9	2.5	2.6	2.3	1.6	1.8	1.6	1.1	0.9	1.3	2.3
1987	2.7	3.5	3.5	4.3	3.0	2.0	1.3	1.2	1.0	0.9	1.5	2.6
1988	2.8	2.9	3.1	2.3	-	1.0	1.5	-	-	0.4	0.4	0.7
1989	-	1.7	0.9	0.9	0.7	1.0	1.0	0.8	0.4	0.7	0.7	0.8
1990	1.6	1.5	1.7	1.6	1.3	1.1	1.0	0.8	0.7	0.2	0.3	0.8
1991	1.0	1.3	1.0	1.1	0.8	0.2	2.1	1.0	1.0	0.6	0.9	1.5
1992	1.5	1.6	2.0	1.7	1.2	0.4	0.7	1.0	0.6	0.6	0.6	1.0
1993	1.0	1.1	1.2	0.9	0.4	0.6	0.7	0.5	0.3	0.4	0.5	0.8
1994	0.9	1.1	1.1	1.2	0.6	0.8	1.0	0.8	0.5	0.4	0.5	1.1
1995	1.5	1.6	1.6	1.1	1.0	0.8	1.1	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0
1996	1.3	1.8	1.5	1.7	0.9	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	1.1	1.5
1997	1.2	2.0	2.1	1.5	2.1	0.7	1.3	1.2	0.8	0.7	0.9	1.4
1998	1.7	-	-	1.8	1.2	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7	0.9	1.2
1999	1.4	1.5	1.5	1.8	1.0	1.0	1.1	0.9	0.9	0.8	0.8	1.5
2000	1.9	2.4	2.7	3.3	2.6	2.1	2.0	2.0	1.4	1.4	1.8	2.7
2001	3.5	4.3	3.8	4.6	3.0	2.7	2.5	2.6	1.7	1.6	2.2	2.7
2002	3.5	4.0	4.4	4.4	3.3	2.1	2.7	2.9	1.9	2.0	2.5	3.1
2003	3.7	3.7	3.4	3.5	3.0	2.0	2.4	2.4	1.8	1.6	1.9	2.9
2004	3.3	3.8	4.8	3.8	3.1	2.7	2.6	2.5	1.7	1.5	2.2	3.1
2005	3.8	4.1	3.5	3.3	2.5	1.8	1.9	2.0	2.0	2.0	1.7	2.5
2006	3.3	4.0	4.1	3.8	3.2	2.2	2.3	2.3	2.0	1.7	1.9	2.7
2007	4.1	3.9	4.1	3.2	2.4	2.1	2.2	1.5	1.6	1.0	1.7	2.0
Suma	136.1	155.2	158.9	154.1	118.6	89.4	104.9	94.0	72.6	61.0	75.1	110.7
Media	2.8	3.2	3.2	3.1	2.4	1.8	2.1	1.9	1.5	1.2	1.5	2.3
Máximo	4.9	6.5	5.8	5.7	4.6	3.7	3.8	3.7	2.9	2.7	3.2	4.0
Mínimo	0.9	1.1	0.9	0.9	0.4	0.2	0.7	0.5	0.3	0.2	0.2	0.7

FUENTE. – INETER.



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN
EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO “SANTA ROSA” INTA



INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCION GENERAL DE METEOROLOGIA
RESUMEN METEOROLOGICO ANUAL

Estación: - AEROPUERTO INTERNACIONAL MANAGUA / MANAGUA Latitud: 12° 08' 36" N
Código: 69 027 Longitud: 86° 09' 49" W
Años: 1958 - 2007 Elevación: 56 msnm
Parámetro: brillo solar (h/dec) Tipo: HMP

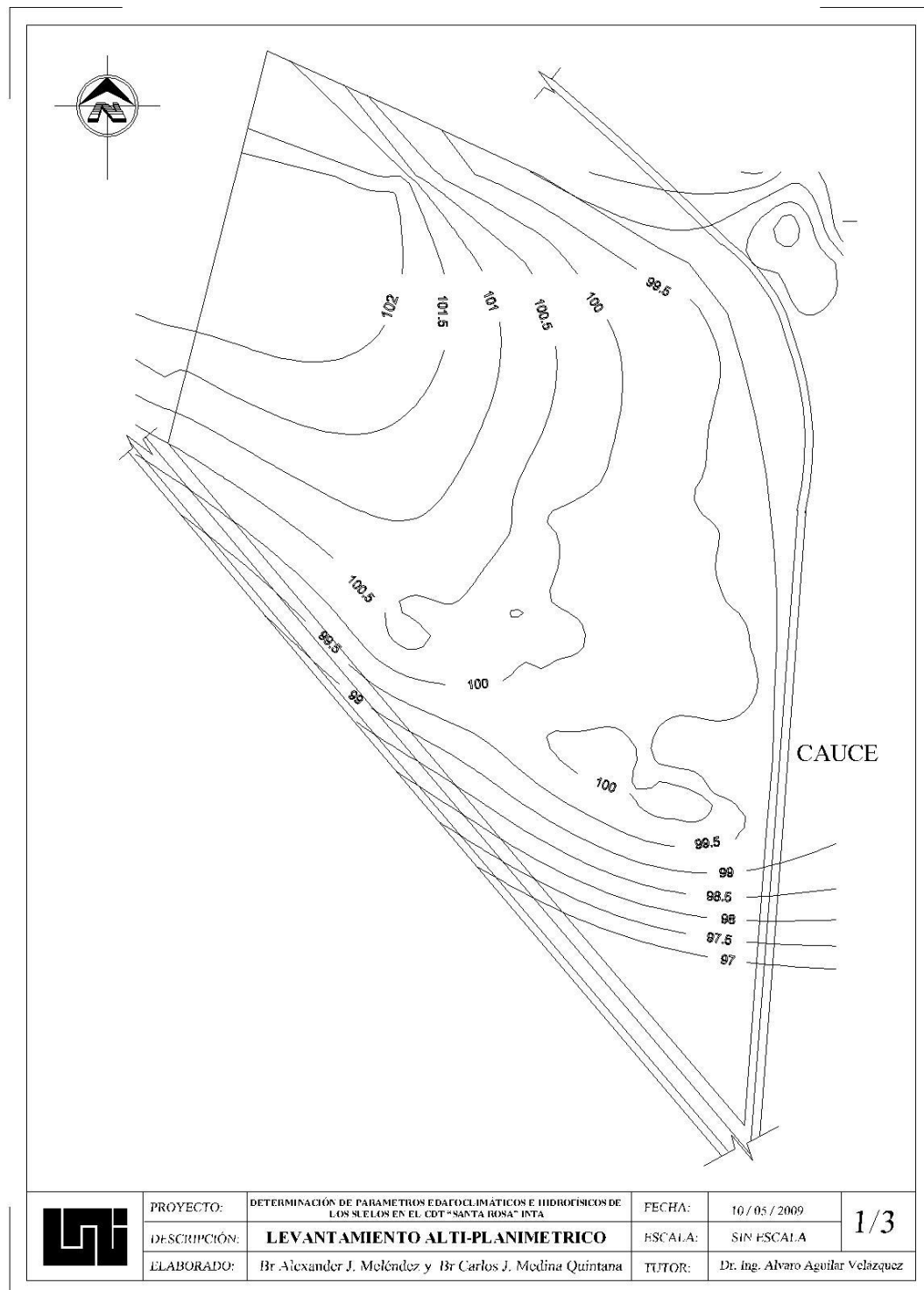
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1958	-	-	-	233.2	163.7	150.7	124.4	182.3	189.6	187.7	223.3	218.1
1959	227.8	210.3	284.4	242.6	244.8	147.3	164.3	215.0	185.0	177.2	165.3	198.1
1960	187.8	131.3	194.6	168.3	113.9	46.9	84.1	89.8	204.4	151.0	169.7	172.0
1961	195.6	230.3	229.5	240.9	233.8	122.0	154.8	168.6	157.9	197.6	227.5	229.0
1962	226.6	226.5	275.4	230.5	197.2	143.5	151.3	181.0	174.3	163.6	202.1	240.3
1963	226.6	223.0	253.3	203.6	185.5	154.0	173.1	209.3	162.8	213.6	182.7	234.7
1964	237.6	261.6	245.5	234.7	203.5	137.1	162.6	200.6	198.1	164.0	189.3	208.9
1965	251.2	253.2	272.0	267.6	239.4	153.0	183.7	198.8	166.3	178.5	228.9	180.7
1966	197.8	201.3	236.9	218.0	143.9	99.1	144.0	181.9	179.1	203.9	259.4	230.8
1967	198.4	231.5	263.1	253.8	256.4	161.6	165.8	192.3	160.9	192.7	213.4	188.1
1968	245.7	247.4	256.6	227.8	161.4	125.9	170.2	151.0	168.5	162.5	194.3	251.1
1969	268.2	226.8	266.3	200.0	232.2	129.3	157.5	161.3	119.5	126.1	218.2	239.0
1970	253.7	239.9	241.2	248.2	226.4	184.8	142.9	198.1	175.2	226.5	228.5	222.8
1971	224.8	245.4	280.8	263.4	271.1	173.6	177.8	225.7	157.4	206.2	222.0	232.7
1972	237.9	274.3	303.9	276.0	209.5	198.6	211.7	202.5	185.6	237.4	207.9	163.3
1973	270.9	255.1	294.0	244.2	213.9	198.2	154.1	206.8	181.3	172.3	218.1	263.3
1974	237.0	251.5	290.5	263.1	208.7	168.9	200.5	172.2	159.9	197.6	255.5	216.4
1975	222.6	231.5	289.6	267.4	261.8	187.8	201.1	162.1	149.4	199.7	150.8	250.0
1976	235.6	262.2	274.5	264.0	246.9	146.3	197.4	199.9	182.8	210.1	223.9	230.2
1977	279.7	238.5	268.2	232.7	184.1	141.2	185.5	206.9	190.5	225.8	230.4	247.5
1978	254.6	250.0	243.6	221.5	207.4	161.1	179.0	170.9	186.8	196.6	234.2	232.0
1979	279.7	274.0	262.0	230.3	226.0	132.6	169.2	196.6	156.4	170.5	219.0	231.9
1980	231.4	272.3	287.3	281.3	217.9	177.7	179.2	200.1	177.9	163.1	194.4	247.8
1981	298.6	251.3	283.1	242.8	189.6	159.2	222.7	197.6	223.5	209.0	218.3	244.6
1982	122.2	256.8	300.5	273.1	173.1	193.5	174.4	218.6	197.6	207.8	253.4	258.9
1983	266.3	224.6	276.1	258.5	273.9	204.5	155.2	227.3	202.9	218.4	238.6	256.9
1984	255.6	246.5	286.8	277.2	264.3	151.9	180.1	209.1	170.1	238.7	229.4	230.0
1985	283.3	250.6	288.2	282.3	283.8	186.6	201.2	202.7	214.6	202.9	231.3	227.8
1986	270.8	276.0	306.9	289.1	206.5	102.8	131.6	204.0	204.9	208.1	215.1	260.6
1987	295.7	281.9	288.7	267.8	231.6	219.0	155.6	196.8	247.5	244.8	244.1	252.7
1988	245.1	251.0	309.1	-	-	128.9	91.4	-	44.6	182.7	208.0	8.7
1989	-	179.8	304.7	282.8	259.8	211.0	198.2	246.6	66.3	251.5	200.2	231.7
1990	241.6	228.5	298.3	285.5	192.9	162.5	196.0	205.2	229.3	238.8	224.1	211.1
1991	242.4	264.5	308.9	264.7	221.3	228.1	169.0	184.4	190.7	213.3	217.8	236.9
1992	256.0	254.1	273.3	259.2	243.5	180.6	125.7	164.7	198.4	200.8	228.7	216.0
1993	223.9	259.6	284.0	256.7	173.0	146.9	180.1	180.7	154.1	249.6	239.2	267.7
1994	262.6	260.5	319.4	271.4	196.8	157.6	131.7	172.8	169.3	222.6	194.3	252.1
1995	253.4	252.5	289.1	255.5	238.3	190.1	185.1	215.3	189.2	176.5	179.2	214.9
1996	244.5	259.6	305.7	286.6	193.3	191.8	174.6	223.4	222.8	199.5	165.5	263.3
1997	227.7	248.3	294.7	265.9	266.6	155.2	202.7	237.4	206.3	198.9	192.2	280.7
1998	292.0	249.2	288.5	266.8	190.4	167.8	206.5	199.5	186.0	131.5	196.9	223.0
1999	243.0	228.3	268.3	262.7	225.0	185.9	193.9	215.1	153.5	164.7	62.6	-
2000	-	265.2	289.6	297.5	254.6	176.1	242.0	244.4	184.2	238.7	243.0	268.1
2001	274.5	224.6	318.2	311.9	257.5	204.5	233.9	225.8	195.0	231.4	245.2	262.8
2002	272.4	250.1	322.5	322.1	219.6	231.8	189.2	253.7	207.2	245.5	244.3	286.4
2003	297.7	280.1	300.0	288.1	229.9	207.9	201.9	248.8	246.3	228.7	229.2	286.3
2004	294.8	284.6	292.4	286.1	214.3	200.8	227.7	195.3	218.7	236.3	220.7	261.3
2005	296.8	282.2	279.0	241.8	209.7	154.0	219.4	214.5	178.4	121.9	169.5	263.3
2006	251.2	230.5	295.9	280.7	267.7	210.4	210.1	230.8	250.6	198.6	242.6	243.2
2007	280.4	280.3	307.2	261.4	234.5	226.0	208.8	224.5	193.5	168.4	244.7	281.1
Suma	11683.7	12059.1	13792.3	12651.3	10760.9	8376.6	8842.9	9812.7	9115.1	9953.8	10636.9	11418.8
Media	248.6	246.1	281.5	258.2	219.6	167.5	176.9	200.3	182.3	199.1	212.7	233.0
Máximo	298.6	284.6	322.5	322.1	283.8	231.8	242.0	253.7	250.6	251.5	259.4	286.4
Mínimo	122.2	131.3	194.6	168.3	113.9	46.9	84.1	89.8	44.6	121.9	62.6	8.7

FUENTE. – INETER.



ANEXOS 5

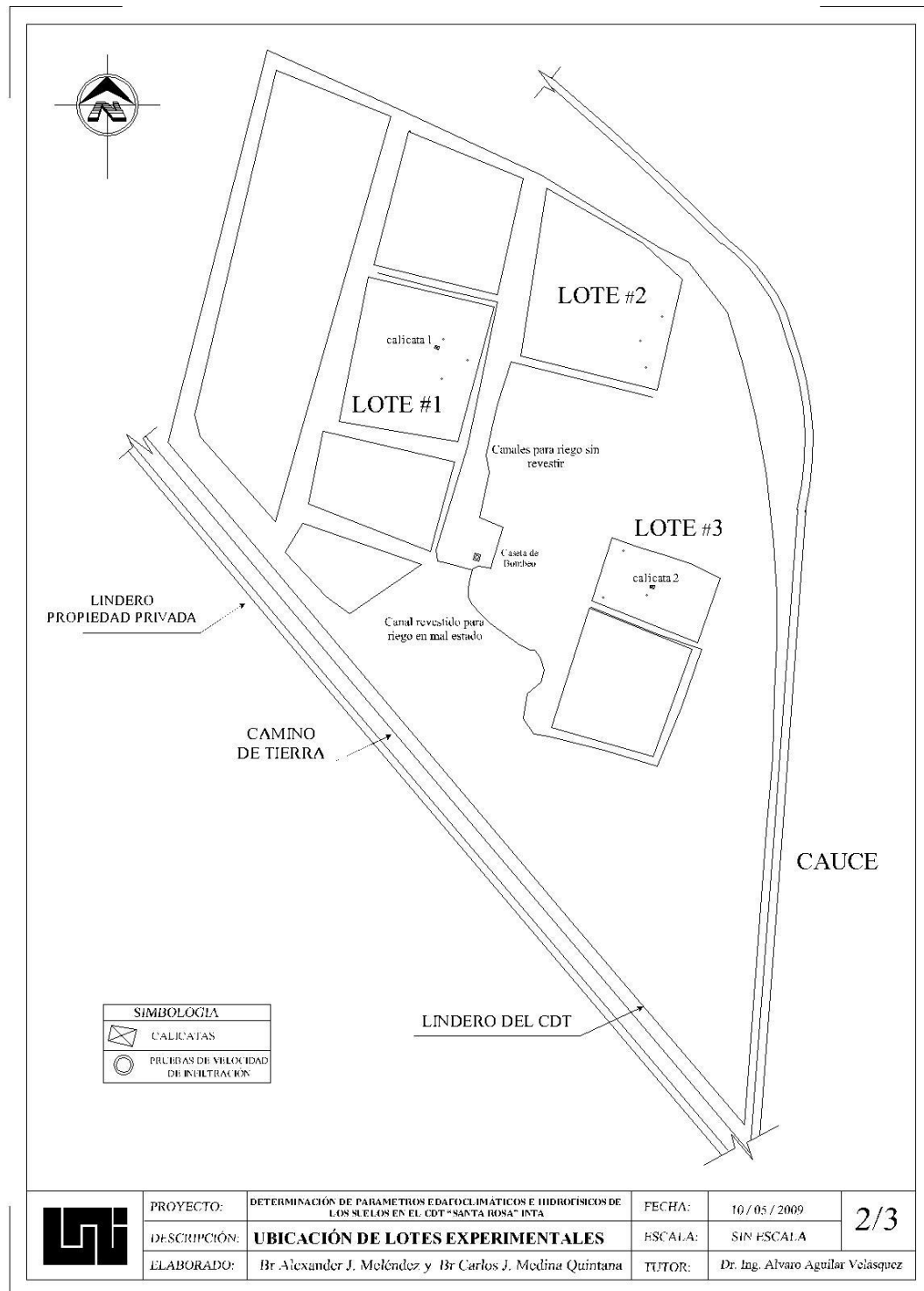
MAPAS



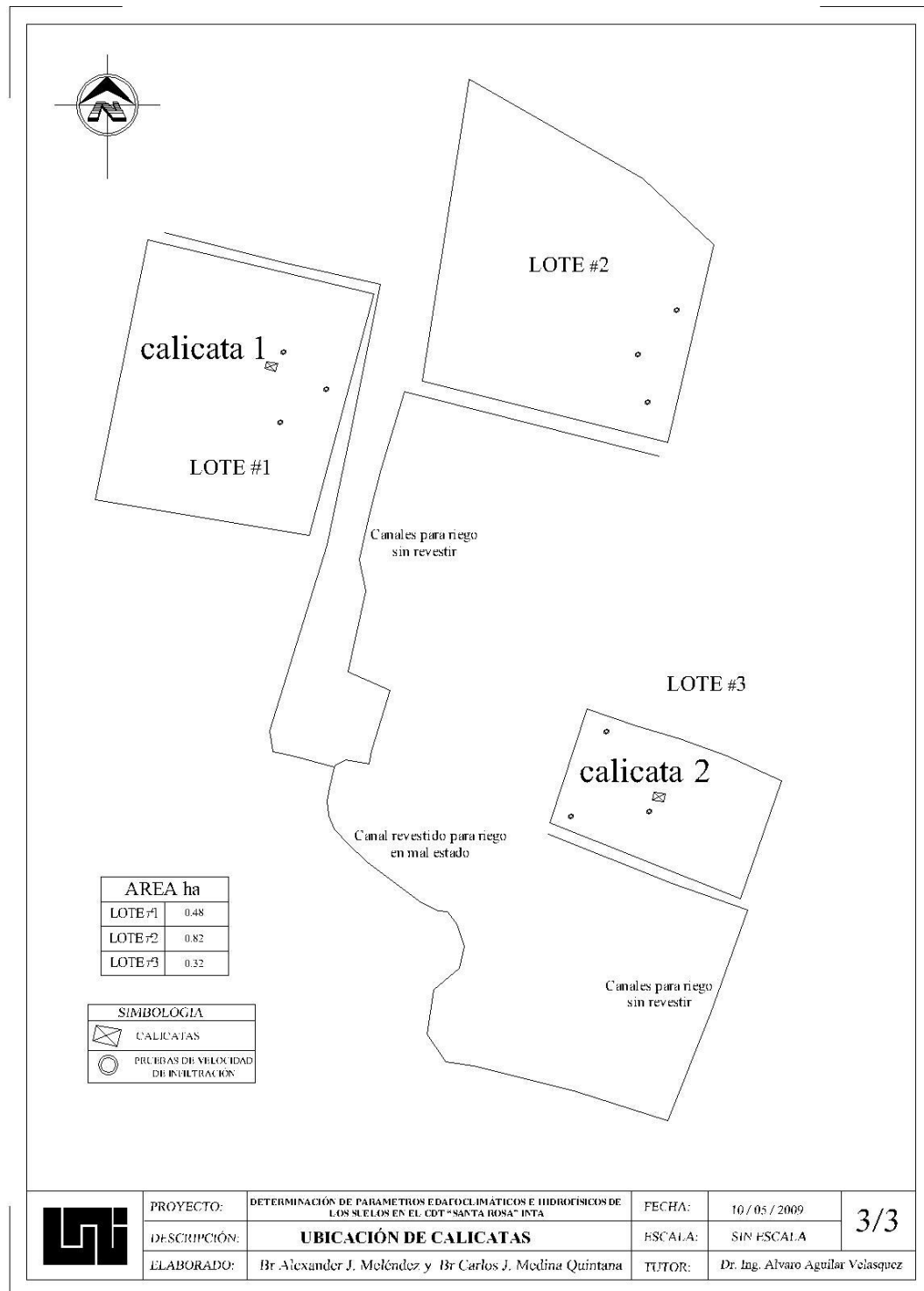
MAPA 1.0 – Levantamiento Topográfico CDT Santa Rosa.



DETERMINACIÓN DE PARAMETROS EDAFOCLIMÁTICOS E HIDROFÍSICOS DE LOS SUELOS EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO “SANTA ROSA” INTA



MAPA 2.0 – Localización de Lotes Experimentales.



MAPA 3.0 – Localización de Calicatas & Ensayos de Infiltración.



ANEXOS 6

FOTOS



FOTO 1.0 – Apertura de Calicata.



FOTO 1.1 – Instalación de los Cilindro Infiltrómetros.

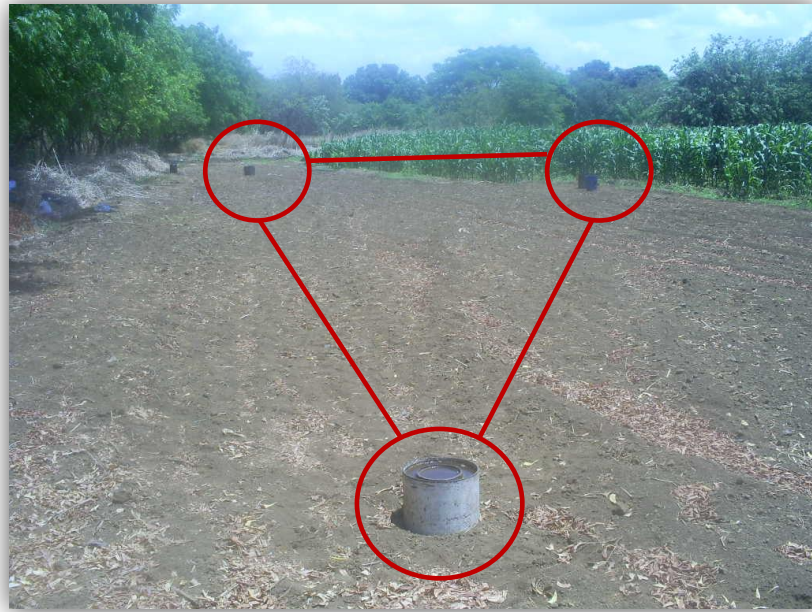


FOTO 1.3 – Cilindros Infiltrómetros.

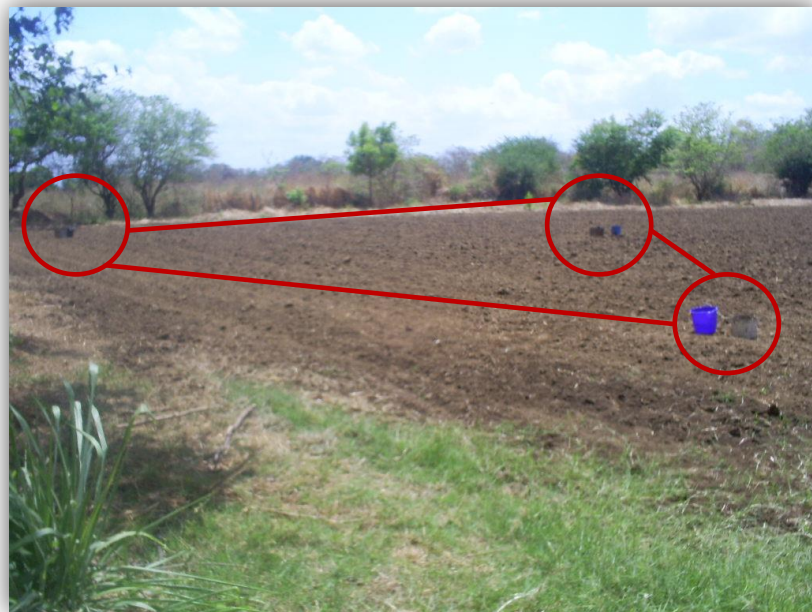


FOTO 1.4 – Cilindros Infiltrómetros.



FOTO 2.0 – Levantamiento Alti – Planimétrico



FOTO 2.1 – Levantamiento Alti – Planimétrico



FOTO 2.2 – Levantamiento Alti – Planimétrico



FOTO 3.0 – Descripción de los Suelos del CDT Santa Rosa



FOTO 3.1 – Descripción de los Suelos del CDT Santa Rosa



FOTO 3.2 – Descripción de los Suelos del CDT Santa Rosa



FOTO 3.3 – Descripción de los Suelos del CDT Santa Rosa



FOTO 3.4 – Descripción de los Suelos del CDT Santa Rosa



FOTO 3.5 – Descripción de los Suelos del CDT Santa Rosa



FOTO 3.6 – Descripción de los Suelos del CDT Santa Rosa



FOTO 3.7 – Descripción de los Suelos del CDT Santa Rosa



FOTO 4.0 – Laboratorio Suelos y Agua. UNA, LABSA



FOTO 4.1 – Laboratorio Suelos y Agua. UNA, LABSA



FOTO 4.2 – Laboratorio Suelos y Agua. UNA, LABSA



FOTO 4.3 – Laboratorio Suelos y Agua. UNA, LABSA



FOTO 4.4 – Laboratorio Suelos y Agua. UNA, LABSA



FOTO 4.5 – Laboratorio Suelos y Agua. UNA, LABSA